



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
(ICAÍ)

GRADO EN INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Especialidad Mecánica

DISEÑO DE UN EXOESQUELETO PARA NIÑOS CON PARÁLISIS CEREBRAL

Autor: Raquel García Meneses

Director: Antonio García y de Garmendia

Madrid

Junio 2018

AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESINAS O MEMORIAS DE BACHILLERATO

1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor D. Raquel García Meneses DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: Diseño de un exoesqueleto para niños con Parálisis Cerebral Infantil (PCI), que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

2º. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor **CEDE** a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

3º. Condiciones de la cesión y acceso

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

- a) Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar “marcas de agua” o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
- b) Reproducirla en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
- c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
- d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
- e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
- f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente*).

4º. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

- a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
- b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
- c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
- d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

5º. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e

intereses a causa de la cesión.

- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a 11 de Junio de 2018

ACEPTA

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Raquel García Meneses', with a horizontal line extending to the right.

Fdo: Raquel García Meneses

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título.
**DISEÑO DE UN EXOESQUELETO PARA NIÑOS CON PARALISIS CEREBRAL
INFANTIL (PCI)**

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico 2018 es de mi autoría, original e inédito y
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es plagio de otro,
ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada
de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Raquel García

Meses Fecha: 11/6/ 2018



Autorizada la entrega del proyecto



Fdo.: Dr. Antonio García y de Garmendia

Fecha: 11/6/ 2018



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
(ICAI)

GRADO EN INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA
Especialidad Mecánica

DISEÑO DE UN EXOESQUELETO PARA NIÑOS CON PARÁLISIS CEREBRAL

Autor: Raquel García Meneses

Director: Antonio García y de Garmendia

Madrid

Junio 2018

DISEÑO DE UN EXOESQUELETO PARA NIÑOS CON PARÁLISIS CEREBRAL (PCI)

Autor: García Meneses, Raquel

Directores: García y de Garmendía, Antonio

Entidad Colaboradora: ICAI - Universidad Pontificia Comillas

RESUMEN DEL PROYECTO

Introducción

El proyecto tiene como motivación poder ayudar a aquellos niños que padecen parálisis cerebral infantil (PCI). Estos niños son incapaces de moverse correctamente, debido a una lesión que padecen en el cerebro, y, en consecuencia, realizan movimientos lentos, descoordinados, torpes e imprecisos. Se propone la creación de un exoesqueleto que les facilite moverse, mejorando su calidad de vida. Este proyecto tiene una gran componente de búsqueda y de investigación, se deberán relacionar las características mecánicas de la estructura, con las necesidades cinéticas y dinámicas del cuerpo humano.

Metodología

En el primer capítulo se muestran los comienzos del proyecto donde se marcan unos objetivos que han sido seguidos de acuerdo con la metodología propuesta, para poder llegar al propósito final, el diseño del exoesqueleto. Entre estos objetivos, se investigó en las causas y consecuencias que implica la enfermedad, para identificar qué aspectos deben aparecer en el exoesqueleto para cumplir la función deseada. Como objetivo central, se estudió el estado de la técnica de estas estructuras mediante el análisis de las patentes existentes que relacionaban este ámbito. Toda esta búsqueda de información permitió entender el problema y aportar soluciones al posterior diseño del exoesqueleto. Además, es de gran importancia conocer las leyes asociadas a la Propiedad Industrial para posteriormente proteger la invención.

En el Capítulo 2, *Estudio de la Propiedad Industrial*, se estudia los medios existentes que hay para proteger las ideas originales del inventor, entre ellos la patentes. Se estudió los derechos y obligaciones que implica la solicitud de la patente, pues el poder gozar de ciertos privilegios implica unas condiciones legales que se deben cumplir. Todo este conocimiento es de gran utilidad para conocer las posibilidades para poder proteger la invención que tendrá este diseño. Se ha demostrado que la Propiedad Industrial es una manera de fomentar la innovación y el desarrollo que desemboca en el cambio tecnológico.

Estado de la Técnica

En el Capítulo 3, *Estado de la Técnica*, se expone toda la materia recopilada sobre el ámbito de estudio, los exoesqueletos. Esta materia se ha recogido de las patentes existentes que tenían relación con este tipo de estructuras. Se analizaron los principales países promotores de estos exoesqueletos como los años en los que fueron que tuvieron mayor impacto, para saber qué países estaban más focalizados en el asunto. Una vez analizadas las patentes, se procedió a una clasificación en función del problema que se proponía a resolver. Finalmente, se centró la investigación en las soluciones existentes para resolver la falta de comodidad de estos aparatos ortopédicos en sus usuarios.

Cuando se tenía conocimiento de las consecuencias de la enfermedad y de los distintos mecanismos que se empleaban en los esqueletos, se realizó una invención que se expone con detalle en el Capítulo 4. Es un tipo de mecanismo que permite ajustar la longitud de las características morfológicas del usuario, y especialmente en nuestro diseño que está destina para niños, pues al estar en fase de crecimiento su cuerpo cambia rápidamente. También se quiso aumentar el grado de libertad del exoesqueleto, de manera que se introdujeron algunas modificaciones que aparte de permitir el movimiento esencial (adelante y atrás) pudiese permitir cierto movimiento en la dirección de la gravedad y perpendicular a ese primer movimiento esencial.

En los Capítulos 5 y 6, *Análisis Cinemático* y *Análisis Dinámico*, se realizaron estos dos tipos de análisis para verificar que la estructura con la invención incluida, sería capaz de seguir el movimiento propio del ser humano, además de soportar las fuerzas implicadas.

En el capítulo 7, *Ingeniería Kansei*, se quiso realizar un diseño que no solo fuese funcional, sino que también fuese estético. Para ello se empleó la “Ingeniería Kansei” una técnica que evoca emociones positivas en los productos diseñados. Para ello se realizó una encuesta a 150 personas aleatorias, para saber que les hacía sentir una serie de exoesqueletos con diferentes elementos o propiedades. Esta respuesta se analizó, para ello, se empleó un modelo matemático. La cuantificación de esta respuesta se realizó mediante regresiones lineales múltiples en Microsoft Excel. La finalidad era asemejar las propiedades del exoesqueleto a las necesidades subjetivas de los usuarios.

Resultados

Por último, tras los buenos resultados obtenidos de todos los apartados anteriores, se redactó el modelo de solicitud de la patente, llevando a cabo todos los pasos necesarios e incluyendo todas las secciones necesarias; el resumen, la descripción incluyendo los respectivos dibujos y las reivindicaciones.

Con dicha solicitud se logra terminar con el propósito innovador de este Proyecto de Fin de Grado, y tras su posterior publicación y divulgación, se abre paso a que estas ideas puedan abrir paso a nuevas líneas de investigación que pretendan optimizar la ergonomía del exoesqueleto y de sus usuarios, además de reducirles las molestias.

Referencias

Se ha usado el grupo de patentes que planteaban aparatos ortopédicos para las extremidades inferiores.

DESIGN OF AN EXOSKELETON FOR CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY (CP)

Autor: García Meneses, Raquel

Directores: García y de Garmendía, Antonio

Collaborating Entity: ICAI - Universidad Pontificia Comillas

PROJECT SUMMARY

Introduction

The motivation of this project is to be able to help all those children that suffer from Cerebral Palsy (CP). These children are incapable of moving properly due to the injury that locates in the brain. Consequently, these children make slow, uncoordinated, clumsy and imprecise movements. This project suggests the creation of an exoskeleton, which will make easier their displacement, to improve their quality of life. This Project has a wide research component and it had been necessary to stablish the relation between the mechanic characteristics of the structure, with the kinetics and dynamics needs of the human body.

Methodology

In the first chapter has been shown the early beginning of the project where the goals have been stablished and have been followed according to the methodology suggested, in order to achieve the final purpose, the design of the exoskeleton. Among this objectives, there was research in the causes and consequences that involve the disease to identify all the aspects that should be included in the exoskeleton to be able to accomplish the desire function. The middlemost objective of the Project is to research the field of study of these structures through the analysis of the existent patents that involved this issue. This search of information allows to comprehend the problem and contribute with the solutions for the latest design of the exoskeleton. Furthermore, is the great importance to know the laws in relation with the industrial property for the latest protection of the invention.

In Chapter 2, *Study of the Industrial Property*, is studied the different means that exists to protect the original ideas of the inventor, where the patent is included. It was also studied the rights and responsibilities that significate to request the patent, since to be awarded with certain privileges implicate to fulfil some legal conditions. All this knowledge is essential in order to protect the invention that will be implemented in the design. It has been proved that the Industrial Property is a way to promote the innovation and the development that will lead to a technological change.

State of Art

In Chapter 3, *State of Art*, is explained all the information related with the technical field that includes the exoskeletons. This area has been compiled from the patents related with this type of structure. The principle countries that were developers of these exoskeletons were analyzed, as well as the years that had more impact in order to know which countries and which year, were more focused on the issue. Once the patents were analyzed, a classification depending on the problem that were trying to solve was made. Finally, the research was focused in the existent solutions to solve the lack of comfort in this orthopedic devices for their users.

When the knowledge of the disease and the different mechanisms that are employed in the exoskeletons, an invention was made and it is exposed in detail in Chapter 4. It is a kind of mechanism that allow to adjust the length of the morphologic characteristics of the user, especially in this design which is destined to children, who are in stage of growth so their body change quickly. In addition, it was desired to increase the degree of freedom of the exoskeleton, so some modifications were introduced to allow some movement to the sides and in the direction of gravity, apart from the essential movement (forward and backward).

In Chapter 5 and 6, *Kinetic Analysis* and *Dynamic Analysis*, were done two types of analysis to verify if the structure with the included invention will be able to follow the own movement of the human body and to support the forces implicated.

In Chapter 7, *Kansei Engineering*, a design that was not only functional, but also aesthetic wanted to be made. For that aim, it was used the “Kansei Engineering”, a methodology

that evoke the positivity of emotions in the design products. This method includes a survey that was made to 150 random people in order to know what they feel when they saw some images of exoskeleton with different elements and properties. This answer was analyzed through a mathematic model. The quantification of this answer was made with multiples lineal regressions in Microsoft Excel. The purpose was to resemble the properties of the exoskeleton to the subjective needs of the users.

Results

At last, after the successful results got in every previous section, the patent application model was written, including all necessary parts; summary, descriptions including the correspondent drawings and the claims.

With the application model it was achieved the innovative objective of this Final Year Project, and after its future publication and disclosure, it will encourage to keep innovating for future researchers that will attempt to optimize the ergonomics of the exoskeletons and its users.

References

It has been used the patent group that it was related with orthopedic devises for lower extremities.

Agradecimientos

Tras un periodo de aprendizaje intenso, no solo a nivel científico también a nivel personal, escribir este Trabajo de Fin de Grado ha tenido un gran impacto en mí y es por eso que me gustaría agradecer a todas aquellas personas que me han ayudado y apoyado durante este proceso.

Primero de todo, me gustaría agradecer a Maia, una de muchas niñas que padecen Parálisis Cerebral Infantil, quien ha inspirado la realización de este proyecto. También agradecer la ayuda de su madre, Maura de Verastegui Murga.

También me gustaría agradecer a mi familia, en especial a mis padres, gracias por ayudarme y apoyarme en todo lo que habéis podido durante la etapa académica.

Además, me gustaría darles las gracias a mis amigos por todo su apoyo y ánimo durante toda la carrera y en especial durante la realización del proyecto.

También, quería agradecerlo a Antonio, quien me ha ayudado a hacer posible este Proyecto. Sus consejos y su ayuda han supuesto una parte muy importante para poder llevar a cabo el Trabajo

Y por último gracias a todas aquellas personas que se han cruzado en mi camino a lo largo de la carrera y que me han aportado algo valioso.

Gracias por estar ahí y por dejarme ser como soy.

“La satisfacción radica en el esfuerzo, no en el logro. El esfuerzo total es una victoria completa” Mahatma Gandhi

ÍNDICE

1. Introducción
 - 1.1 Motivación de la realización del proyecto
 - 1.2 Parálisis cerebral infantil (PCI)
 - 1.3 Propósito del desarrollo del exoesqueleto
 - 1.4 Introducción a la propiedad Industrial. Patentes e innovación
 - 1.5 Metodología del proyecto.
 - 1.6 Conclusiones
2. Estudio de la propiedad industrial
 - 2.1 Introducción
 - 2.2 Métodos de protección de la propiedad industrial
 - 2.2.1 Secreto Industrial
 - 2.2.2 Patente de Innovación
 - 2.2.3 Modelo de utilidad
 - 2.2.4 Marca
 - 2.3 Patentabilidad
 - 2.4 Propiedades de la patente
 - 2.4.1 Inventor
 - 2.4.2 Solicitantes
 - 2.5 Solicitud de la patente
 - 2.6 Estructura de una patente
 - 2.6.1 Resumen
 - 2.6.2 Descripción de la invención
 - 2.7 Derechos y deberes del propietario
 - 2.7.1 Concesiones de la patente
 - 2.7.2 Obligaciones al propietario
 - 2.8 Conclusiones
3. Estado de la técnica
 - 3.1 Introducción
 - 3.2 Revisiones de las patentes
 - 3.3 Análisis global de las patentes estudiadas
 - 3.3.1 Análisis por solicitud de países
 - 3.3.2 Análisis por su evolución cronológica.

- 3.4 Empresas pioneras
 - 3.4.1 Ekso Bionics
 - 3.4.2 Honda Motors CO.
- 3.5 Clasificación
 - 3.5.1 Ayuda asistida al andar
 - 3.5.2 Rehabilitación
- 3.6 Problemas abordados por las patentes
- 3.7 Conclusiones
- 4. Invención
 - 4.1 Introducción
 - 4.2 Diseño
 - 4.2.1 Generador de par
 - 4.2.2 Acoplamiento a las piernas
 - 4.2.2.1 Colocación de pasadores
 - 4.2.2.2 Ajuste de la longitud de las piernas
 - 4.2.2.3 Unión de los agarres de las piernas a las barras
 - 4.3 Mejoras
 - 4.4 Conclusiones
- 5. Análisis cinemático
 - 5.1 Introducción
 - 5.2 Anatomía humana
 - 5.3 Breve descripción de la marcha
 - 5.4 Análisis cinemático de las articulaciones
 - 5.4.1 Intervalo 1
 - 5.4.2 Intervalo 2
 - 5.4.3 Intervalo 3
 - 5.5 Factores que afectan la marcha
 - 5.5.1 Factores extrínsecos
 - 5.5.2 Factores intrínsecos
 - 5.5.3 Factores patológicos
 - 5.6 Conclusiones
- 6. Análisis dinámico
 - 6.1 Introducción
 - 6.2 Calculo de fuerzas que actúan en el cuerpo humano

- 6.3 Calculo de la resultante
- 6.4 Determinación de las dimensiones y la ubicación del centro de gravedad.
- 6.5 Movimientos torsionales
 - 6.5.1 Momento torsional 1. Articulación de la cadera
 - 6.5.2 Momento torsional 2. Articulación de la rodilla
 - 6.5.3 Momento torsional 3. Articulación de la cadera
- 6.6 Dimensiones de las barras
- 6.7 Conclusiones
- 7. Diseño basado en la metodología Kansei
 - 7.1 Introducción
 - 7.2 Teoría del Diseño Kansei
 - 7.3 Tipos de Kansei
 - 7.4 Metodología
 - 7.4.1 Elección de dominio
 - 7.4.2 Espacio semántico
 - 7.4.3 Espacio de propiedad
 - 7.4.4 Síntesis QT1
 - 7.4.5 Conclusiones del modelo
 - 7.5 Aplicación del Diseño Kansei a la invención propuesta
 - 7.5.1 Espacio semántico
 - 7.5.2 Espacio de propiedades
 - 7.5.3 Síntesis
 - 7.5.4 Construcción del modelo
 - 7.6 Conclusiones
- 8. Modelo de solicitud de patente
 - 8.1 Introducción
 - 8.2 Resumen
 - 8.3 Descripción
 - 8.3.1 Titulo
 - 8.3.2 Campo de la invención
 - 8.3.3 Antecedentes de la invención
 - 8.3.4 Descripción de la invención
 - 8.3.5 Descripción de los dibujos
 - 8.3.6 Realización preferente de la invención

8.4 Dibujos	
8.5 Reivindicaciones	
8.6 Instancia de Solicitud	
8.7 Conclusiones	
9. Conclusiones	
9.1 Introducción	
9.2 Conclusiones	
9.3 futuras líneas de investigación	
10. Bibliografía	

Índice de Figuras

Figura 1.1. Clasificación de la parálisis cerebral según la localización de la lesión.

Figura 2.1. Exoesqueleto, US201821618A1.

Figura 2.2. Exoesqueleto, US201821618A1.

Figura 2.3. Exoesqueleto, US201821618A1.

Figura 2.4. Exoesqueleto, US201821618A1.

Figura 2.5. Exoesqueleto, US201821618A1.

Figura 3.1. Tabla de porcentajes de solicitud de patentes por países.

Figura 3.2. Clasificación geográfica.

Figura 3.3. Códigos y Países.

Figura 3.4. Evolución cronológica del desarrollo de las patentes.

Figura 3.5. Exoesqueletos dentro de la clasificación estructura entrepierna/balancín.

Exoesqueletos US2010094182; US2011224586; US2011251534; US2010145239

Figura 3.6. Exoesqueleto para el tobillo, WO2016160624.

Figura 3.7. Exoesqueleto US7883546B2.

Figura 3.8. Exoesqueleto US2010198116A1.

Figura 3.9. Exoesqueleto US2018021618A1.

Figura 3.10. Clasificación ayuda asistida al andar.

Figura 3.11 Exoesqueleto US2004097330.

Figura 3.12 Exoesqueleto US2010130893.

Figura 3.13 Exoesqueleto US2004172097.

Figura 3.14. Clasificación ayuda asistida.

Figura 3.15. Problemas planteados en las patentes.

Figura 3.16. Problemas y soluciones planteados en las patentes para mejorar la comodidad del usuario.

Figura 4.1. Montaje separado por piezas.

Figura 4.2. Montaje vista desde la izquierda.

Figura 4.3. Montaje acoplado vista desde la izquierda.

Figura 4.4. Montaje completo acoplado.

Figura 4.5. Medición de ángulos

Figura 4.6. Barras que van entre las articulaciones

Figura 4.7. Elementos de las barras 2 y 4 de la figura 4.6.

Figura 4.8. Acoplamiento agarres de las piernas

- Figura 4.9.** Montaje por piezas de los agarres de las piernas
- Figura 5.1.** Huesos de las extremidades inferiores de un adulto.
- Figura 5.2.** Músculos de las extremidades inferiores de un adulto.
- Figura 5.3.** Planimetría del cuerpo humano.
- Figura 5.4.** Rangos de movimiento de cada articulación.
- Figura 5.5.** Representaciones gráficas de las principales fases de la marcha humana.
- Figura 5.6.** Subdivisiones de la fase de apoyo.
- Figura 5.7.** Subdivisiones de la fase de balanceo.
- Figura 5.8.** Estudio cinemático del tobillo en el Intervalo 1 de la marcha.
- Figura 5.9.** Estudio cinemático de la rodilla en el Intervalo 1 de la marcha.
- Figura 5.10.** Estudio cinemático de la cadera en el Intervalo 1 de la marcha.
- Figura 5.11.** Estudio cinemático del tobillo en el Intervalo 2 de la marcha.
- Figura 5.12.** Estudio cinemático de la rodilla en el Intervalo 2 de la marcha.
- Figura 5.13.** Estudio cinemático de la cadera en el Intervalo 2 de la marcha.
- Figura 5.14.** Estudio cinemático del tobillo, de la rodilla y de la cadera en el Intervalo 3 de la marcha.
- Figura 5.15.** Ángulos de las articulaciones a lo largo de un paso.
- Figura 6.1.** Peso y altura de niños.
- Figura 6.2.** Porcentaje de peso corporal correspondiente a partes específicas del cuerpo.
- Figura 6.3.** Peso corporal correspondiente a partes específicas del cuerpo de un niño con un peso de 22 Kg.
- Figura 6.4.** Distribución de las reacciones de cada extremidad.
- Figura 6.5.** Distribución de las reacciones de los elementos del exoesqueleto.
- Figura 6.6.** Reacciones del suelo.
- Figura 6.7.** Localización del centro de gravedad para cada segmento del cuerpo.
- Figura 6.8.** Dimensiones de cada extremidad.
- Figura 6.9.** Dimensiones y centro de gravedad de algunas extremidades.
- Figura 6.10.** Reacciones. Posición de 90 grados entre piernas y tronco.
- Figura 6.11.** Reacciones. Posición de 90° entre muslo y pierna.
- Figura 6.12.** Reacciones. Posición de 90° entre las dos piernas estiradas.
- Figura 6.13.** Reacciones. Posición de 90° entre las dos piernas y los dos muslos.
- Figura 6.14.** Reacciones. Posición crítica para la articulación del tobillo.
- Figura 6.15.** Ángulos y reacciones de la extremidad adelantada.
- Figura 6.16.** Ángulos y reacciones de la extremidad atrasada.

- Figura 6.17.** Ángulos y distancias de las dos extremidades en la posición crítica.
- Figura 6.18.** Dimensiones de las barras que van de las articulaciones de la cadera a la rodilla
- Figura 6.19.** Dimensiones de las barras hueca con ranura.
- Figura 6.20.** Dimensiones de las barras con cilindro sobresaliente que se introducen en la barra hueca con ranura.
- Figura 7.1.** Evolución del iMac.
- Figura 7.2.** Metodología para el diseño Kansei de tipo II (KES).
- Figura 7.3.** Metodología para el Diseño Kasei tipo 1.
- Figura 7.4.** Ejemplo de diferencial semántico.
- Figura 7.5.** Ejemplificación del análisis factorial.
- Figura 7.6.** Esquema de análisis valorados para los Kanseis valorados en el DS.
- Figura 7.7.** Objetivo del análisis factorial.
- Figura 7.8.** Exoesqueletos presentes en la encuesta.
- Figura 7.9.** (a) Porcentaje de mujeres y hombres que realizaron la encuesta. (b) Porcentaje de diferentes edades que realizaron la encuesta.
- Figura 7.10.** Factores diferenciados y perfiles de exoesqueleto.
- Figura 7.11.** Propiedades y sub-propiedades que conforman el espacio de propiedades.
- Figura 7.12.** Codificación del espacio de propiedades.
- Figura 7.13.** Espacio semántico de los exoesqueletos presentados en la encuesta.
- Figura 7.14.** Codificación del espacio de propiedades.
- Figura 7.15.** Tabla de la QT1 para el Kansei “Atrevido”.
- Figura 7.16.** Tabla con la influencia de las sub-propiedades con todos los Kanseis.
- Figura 7.17.** Tabla de resultados de la metodología del Diseño Kansei.
- Figura 7.18.** Ejemplo del modelo final del diseño del exoesqueleto.

Capítulo 1

Introducción

1. Introducción

En el siguiente capítulo se analizan los inicios del Proyecto y en que consiste el desarrollo general de todo el proceso para la realización de este Trabajo de Fin de Grado. Se expondrá la motivación que impulsa a la realización de este proyecto. Se explicará el objetivo global y se explicará la metodología seguida para la obtención de dicha meta.

1.1 Motivación de la realización del proyecto

El motivo principal para llevar a cabo este proyecto es poder mejorar la calidad de vida de aquellos niños que padecen parálisis cerebral infantil (PCI), mejorando sus calidades de vida e indirectamente también mejorando la de los padres o personas a los que estén a cargo de cuidar a estos niños, pues son ellos los responsables. En la mayoría de los casos, dependiendo de la gravedad de su PCI estos niños necesitan ayuda para realizar muchas de sus tareas diarias, y en la mayoría de los casos incluso ayuda para poder andar. Pues con este proyecto intentamos que estos niños con dificultades motoras se han capaces de andar por si solos.

La PCI es una enfermedad que a día de hoy no tiene cura. Afortunadamente gracias a la ingeniería, que permite avances tecnológicos, ha desarrollado numerosos inventos y aparatos que incrementan la calidad de vida de gente que padece enfermedades como esta.

Tras una primera investigación se ha observado que existe una gran cantidad de aparatos que facilitan la movilidad en general de personas que tienen algún tipo de enfermedad o deformidad que les impide desplazarse correctamente. Sin embargo, al intentar encontrar algún tipo de aparato para niños de edades entrono a los 5-9 años, el número de aparatos/inventos disminuye. Ciertamente es, que lo más común es que la gente de edad muy avanzada y niños muy pequeños (1-4 años) tengan problemas de movilidad. Poder profundizar la investigación y poder ampliar los inventos para poder ayudar a estos niños es otros de los factores que han motivado al desarrollo de este proyecto.

Hay que tener en cuenta que esta enfermedad puede aparecer en cualquier tipo de familia, ya sea una familia con escasos recursos o familias que tengan acceso a lujos. El factor económico es un aspecto que viene involucrado en cualquier tipo de estudio. Pues en este trabajo también se pretende que el diseño sea lo más económico posible para poder hacerlo accesible al mayor número de personas.

Para poder realizar el proyecto, primero se debe conocer la enfermedad en detalle. Es decir, conocer dónde y cómo afecta y su clasificación. Esto ayudara a fijar el objetivo que se busca en el aparato que se diseñara. La clasificación de la severidad de la enfermedad, facilitará a clasificar al paciente y en consecuencia, asignarle el apropiado tratamiento.

1.2 Parálisis cerebral infantil (PCI)

Existen muchas enfermedades que afectan a las extremidades inferiores del ser humano. Estas enfermedades provocan que la gente que la padece tenga numerosas dificultades para andar. Entre estas enfermedades esta la parálisis cerebral infantil (PCI), que afecta a la población infantil. La PCI es un trastorno permanente y no progresivo que afecta a la psicomotricidad del paciente.

En un taller internacional en Bethesda, MD (USA) que tuvo lugar del 11 al 14 de julio de 2004, y realizado por el Comité Ejecutivo, en el que intervinieron personas destacadas en las ciencias clínicas y preclínicas, se propuso renovar la definición y la clasificación de esta enfermedad (parálisis cerebral). La definición a la que se llegó fue la siguiente:

“La parálisis cerebral es un grupo de desórdenes permanentes en el desarrollo del movimiento y la postura, causando una limitación en la actividad, que son atribuidas a perturbaciones no progresivas que ocurren en el desarrollo del cerebro fetal o infantil. Los desórdenes motores de la parálisis cerebral son acompañados frecuentemente por perturbaciones en la sensación, percepción, cognición, comunicación, y comportamiento, por epilepsia y problemas musculoesqueléticos secundarios”.

Esta enfermedad puede ser adquirida por el paciente tanto el periodo prenatal, perinatal o postnatal (considerando el límite de poder padecer dicha enfermedad a lo largo de los 3 primeros años de vida, siendo el primer año el más critico).

- Periodo prenatal constituyen el 35% de los casos, y se adquiere la enfermedad durante el embarazo.
- Periodo perinatal: cuando la enfermedad se adquiere durante el parto. Es el más común, constituye el 55% de los casos.
- Periodo postnatal: Es el menos común de todos pues son el 10% de los casos. En este caso la enfermedad aparece después del parto.

El porcentaje de niños que padecen esta enfermedad es mayor en países subdesarrollados debido a desnutrición o malnutrición, infecciones, calidades de vida diferentes pues los avances tecnológicos no tienen el mismo nivel.

Es esencial que cada paciente sea clasificado en función del tipo de PCI que padezca para poder concretar cuáles son sus problemas y así poder facilitar un diagnóstico adecuado y con ello la orientación a un tratamiento individualizado, así como para el pronóstico evolutivo. La forma de clasificación más común de clasificación de la parálisis cerebral infantil, es según la localización de la lesión. Otra manera de clasificación es la severidad de la enfermedad: leve, moderada, grave o profunda, o según el nivel funcional de la movilidad.

La primera forma de clasificación antes citada, se diferencian cuatro tipos:

- Espástica, es la más común de las cuatro, el 70-80% de los pacientes tienen esta enfermedad. La lesión se halla en el haz piramidal. Las cuatro extremidades se ven afectadas, pues sus movimientos son considerablemente rígidos, extrema dificultad para relajar los músculos, estos se mantienen constantemente contraídos y los músculos opuestos (antagónicos) son muy débiles. Esto conlleva una disminución de la movilidad de las articulaciones, producido por un desequilibrio de las fuerzas. Padecen hiperreflexia, provocada por la estimulación del sistema nervioso que se manifiesta de forma exagerada y anormal de actos reflejos.
- Discinética es menos frecuente que la anterior, padecida por el 10-15% de los pacientes. La lesión está localizada en el haz extrapiramidal, lesión cuya causa se atribuye a los ganglios basales. Se relaciona con la alteración el movimiento. Estos movimientos son involuntarios, imprecisos, descoordinados, repetitivos, intermitentes y espasmódicos.
- Atoxa, es la más rara de todas. La lesión se halla en el cerebelo. La falta de equilibrio y la descoordinación son las principales alteraciones de este tipo de

parálisis cerebral. Los movimientos que efectúan son finos, torpes y escasamente precisos y se observan grandes dificultades para poder llevarlos a cabo.

- Mixta. En muchas ocasiones es muy extraño encontrarnos con un caso en el que solo padezca un tipo de PCI, lo más normal es observar en el paciente una combinación de ellas.

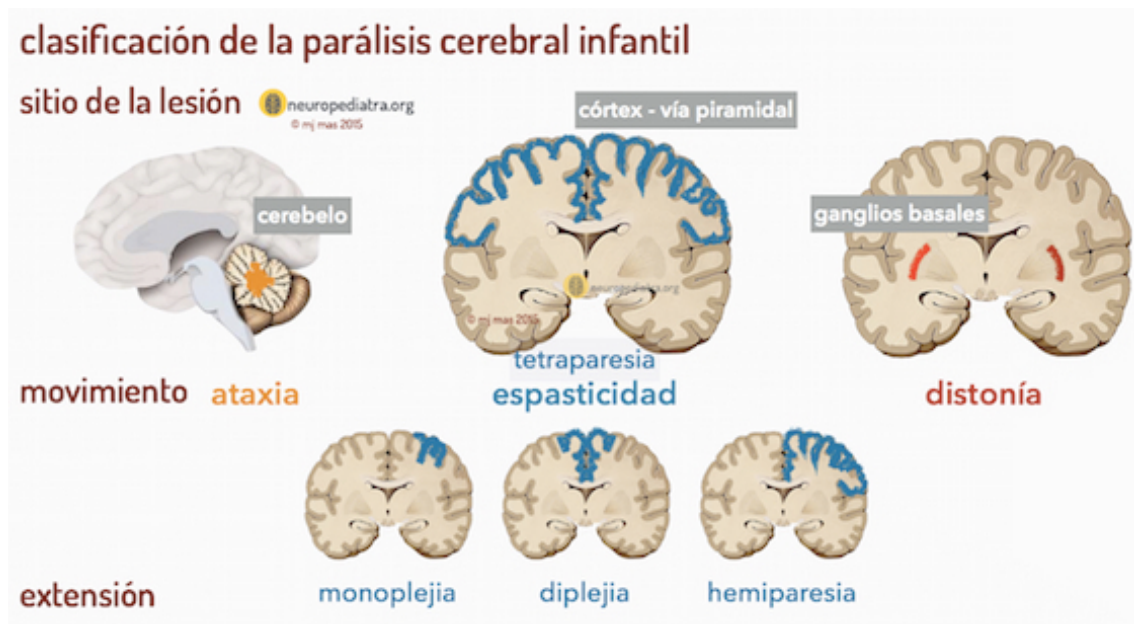


Figura 1.1. Clasificación de la parálisis cerebral según la localización de la lesión.

Fuente: María José Mas, 2015.

Las segundas clasificaron antes mencionada estaba relacionada con la gravedad de la enfermedad. La más leve corresponderá a aquel paciente que puede andar sin ningún tipo de restricción terminando por la más grave en la que el paciente será incapaz de efectuar un movimiento necesitan una silla de ruedas en todo momento. Este proyecto esta encaminado para aquellos niños que presentan una gravedad de la enfermedad moderada, es decir, tienen dificultades para desplazarse de un sitio a otro, normalmente necesitan la ayuda de algún adulto.

1.3 Propósito del desarrollo del exoesqueleto

El objetivo de la ingeniería consiste en desarrollar nuevas tecnologías o mejorar las ya existentes con el fin de facilitar la calidad de vida de la sociedad, satisfaciendo sus

necesidades. Según van pasando las décadas, hemos sido testigos de cómo la esperanza de vida del ser humana ha ido aumentando. Y en gran medida, es gracias a las nuevas tecnologías y avances que van surgiendo. Este proyecto tiene como objetivo ayudar a que aquellos niños que padecen parálisis cerebral que tienen enormes dificultades para moverse sean capaces de moverse por sí solos sin necesidad de que alguien externo les tenga que ayudar. Para ello se intentará conseguir una mejora patentable de un aparato que ayude a estos niños a andar. Para poder lograr este objetivo principal se realizarán los siguientes sub-objetivos:

- Investigación del estado del arte sobre la parálisis cerebral infantil. Donde se estudiará los síntomas de dicha enfermedad, para ser conscientes de las necesidades de los pacientes. La clasificación según la severidad de la PCI que puedan padecer los niños, facilitando el posterior análisis para los sujetos a los que este proyecto está enfocado.
- Análisis de los problemas que tienen estos niños para poder andar. Estudio de las soluciones planteadas en las patentes y también de aquellos problemas no resueltos.
- Conocer de la propiedad industrial, el valor de las patentes y las formas que existen de proteger un invento.
- Aprender los fundamentos jurídicos de la redacción de una patente y tramitar su solicitud.
- Analizar los problemas y soluciones que plantean una serie de patentes que involucren el campo tecnológico relacionado con exoesqueletos que ayuden a mejorar la calidad de vida de personas con problemas para andar.
- Análisis cinemático y dinámico. Estos estudios nos aportan información sobre las limitaciones con la que nos encontraremos.
- Realización de un diseño que resuelva el problema planteado.
- Realización del denominado Diseño Kansei. Se analizará una encuesta y se obtendrán unas conclusiones para la realización de un diseño que guste a sus usuarios.

Como mencionamos, la idea es la creación de un aparato ortopédico que mejore la calidad de vida de estos niños. Pero hoy en día, nos encontramos en un mundo muy competitivo en el que existen una gran variedad de invenciones. Pues primero deberemos conocer lo existente y procederemos al diseño. Para esto último, emplearemos el uso de patentes. No

solo para conocer las creaciones realizadas por expertos en la materia de todo el mundo, sino también para conocer la propiedad industrial, es decir, la forma que existe hoy en el mundo de proteger tus ideas propias y originales.

1.4 Introducción a la propiedad Industrial. Patentes e innovación

La innovación es el comienzo de una serie de sucesos cuyo fin es el cambio tecnológico. Una invención es una forma de solucionar un problema técnico que puede ser protegido a través de una patente.

La propiedad industrial son una serie de derechos que puede tener una persona física o jurídica sobre una invención, entre ellos una patente. La Organización Mundial de la propiedad intelectual define la patente como “un derecho exclusivo concedido a una invención, es decir, un producto o procedimiento que aporta, en general, una nueva manera de hacer algo o una nueva solución técnica a un problema”.

Vivimos en un mundo gobernado por un sistema económico capitalista, en el que una patente protege, al inventor o diseñador de una idea propia tecnológica. Idea que tiene que ser revolucionaria y pueda llegar a ser explotada, fabricada o vendida. De esta forma una patente está ofreciendo al diseñador un monopolio exclusivo pero temporal sobre su idea.

La patente es incentivo para los creadores, pues tienen el privilegio de hacer públicos sus investigaciones y avances, siendo una forma de favorecer que otras personas puedan desarrollar posteriormente esas ideas. Podemos decir que es una manera de fomentar la innovación tecnológica.

Para poder obtener una patente se ha de demostrar que la idea, diseño o invento es novedosa, útil y no obvia, para aquel que es experto en el ese campo. Los criterios para poder obtener una patente vienen estipulados en las leyes nacionales de P.I. y pueden ser diferentes según el país. En dicha patente el autor ha de explicar cómo funciona su tecnología y para qué sirve.

En resumen, el uso de la Propiedad Industrial tiene dos principales objetivos: que el inventor pueda resarcirse de su inversión y fomentar el desarrollo tecnológico de algún campo todavía por explorar. Pero para avanzar en el progreso siempre hay que llevar una determinada organización y seguir unos pasos que llevarán a la realización apropiada y eficaz de cualquier proyecto. En el siguiente apartado se explicarán los pasos a seguir para este trabajo en concreto.

1.5 Metodología del proyecto.

El objetivo del proyecto es crear un aparato que facilite aquellos niños con parálisis cerebral el poder andar de forma autónoma. Para poder conseguir este objetivo llevaremos una metodología dividida en varias etapas.

En una etapa inicial, estudiaremos e investigaremos lo máximo posible sobre esta enfermedad, cuáles son sus síntomas, como se desarrolla en distintos pacientes y cuáles son las necesidades primordiales que necesitan.

En una segunda etapa, una vez obtenida toda la información sobre la PCI, se analizarán los problemas que presenta dicha enfermedad y de que maneras se podrían resolver, es decir que necesitarían para poder mejorar sus condiciones de vida y en concreto facilitar su movimiento.

En una tercera etapa nuestro objetivo será estudiar la propiedad intelectual y las diferentes maneras de proteger un invento, como también la normativa o la legislación actual.

En la cuarta etapa partiremos de lo ya existente. Estudiaremos patentes existentes sobre inventos y aparatos que ayudan a caminar a aquellas personas con deformidades o problemas para moverse.

En una quinta etapa haremos dos análisis:

- Un análisis cinemático, es decir, un estudio sobre el movimiento de las extremidades inferiores del ser humano. Conocer cómo se mueven mientras

camina y cuáles son sus limitaciones.

- Un análisis dinámico: consiste en un estudio de las reacciones que afectan al cuerpo humano. Habrá que tener en cuenta los pesos de las propias extremidades del ser humano y no olvidarnos de las reacciones que produce la estructura en él. También se determinarán los momentos torsionales que se producirán en cada articulación que forma parte de la pierna.

En una sexta etapa, se expondrá la invención con la que se contribuirá a esta causa. Se expondrá el problema que se pretende resolver y se contará detalladamente la solución propuesta. Se creará un diseño original e innovador destinado a resolver los problemas planteados en etapas anteriores.

En la penúltima etapa, haremos un estudio denominado “Diseño Kansei”. Básicamente este diseño se basa en lo que Paul Hekkert comentaba “No es suficiente diseñar buenos productos y servicios; debemos diseñar experiencias que generen placer o sensaciones excitantes”¹

Se trata de hacer un diseño que guste, que no solo sea funcional. Pues los objetivos primordiales son que tenga una función y pueda ser usado por aquel que lo necesite. También se pretende que evoque sentimientos positivos al mirar el aparato.

Para ello se pasará una encuesta, que será analizada y se obtendrán unas conclusiones que ayudarán a la creación de un diseño que guste a la máxima población posible.

Por último, intentaremos obtener una patente del nuevo diseño del aparato para la movilización de pacientes con parálisis cerebral infantil.

1.6 Conclusiones

En este primer capítulo se ha expuesto una primera introducción del Proyecto. Se ha contado cual es la motivación esencial de la realización de este proyecto, pues no es más que poder conseguir mejorar la calidad de vida de estos niños que padecen parálisis

¹ Paul Hekkert 2002. Design & Emotions Society.

cerebral infantil (PCI). Este sector afectado de la población es reducido, con lo cual los avances que hay destinados para ellos son escasos. De manera que el objetivo que tiene este proyecto es poder ampliar las invenciones para poder ayudarles a que anden, como se ha visto en este capítulo. Para poder lograr el objetivo que será impulsado por esta bonita y conmovedora motivación, se seguirá una metodología, también expuesta en este capítulo. Así, se asegurará una organización en el proyecto, que llevara a una actuación eficaz y eficiente.

En el siguiente capítulo se analizará en detalle los métodos esenciales de la protección industrial, la estructura de la solicitud de una patente y su aplicación en un proyecto de estas características. Gracias a la Propiedad Industrial se podrá proteger la invención que se desarrollará más adelante.

Capítulo 2

Estudio de la Propiedad Industrial

2. Estudio de la propiedad industrial

2.1 Introducción

Una vez establecidos la motivación y los objetivos de este proyecto, antes de introducir el estado del arte, se explicará con mayor profundidad el tema de la propiedad industrial, aunque algo se mencionó en el capítulo anterior.

La amplia aplicación que tiene el término “industrial” se explica claramente en el Convenio de París: “La propiedad industrial se entiende en su acepción más amplia y se aplica no sólo a la industria y al comercio propiamente dichos, sino también al dominio de las industrias agrícolas y extractivas de todos los productos fabricados o naturales, por ejemplo: vinos, granos, hojas de tabaco, frutos, animales, minerales, aguas minerales, cervezas, flores, harinas”.²

La Oficina Española de Patentes y Marcas define “la propiedad industrial como el conjunto de derechos exclusivos que protegen tanto la actividad innovadora manifestada en nuevos productos, nuevos procedimientos o nuevos diseños, como la actividad mercantil, mediante la identificación en exclusiva de productos y servicios ofrecidos en el mercado”.³ Básicamente son los derechos que nos garantizan la exclusividad de explotar creaciones innovadoras e inmateriales con el fin de protegerlas como auténticos derechos de propiedad.

La propiedad industrial está relacionada con el nivel de desarrollo del país. Aquellos países más desarrollados tienen una mayor implicación en la protección de estos derechos, y en consecuencia hay mayor precisión y eficacia. De esta manera se fomenta la innovación y el desarrollo impulsando el país a un cambio tecnológico positivo. Desgraciadamente la escasa implicación en cuanto a la propiedad industrial en países menos desarrollados produce una mayor diferenciación.

² Artículo 1.3 del Convenio de París para la Protección de la Propiedad Industrial.

³ La Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM), 2012.

2.2 Métodos de protección de la propiedad industrial

La OEPM proporciona diferentes opciones de propiedad industrial, estas dependerán del producto que se quiere registrar. Actualmente, existen las siguientes modalidades de protección.

2.2.1 Secreto Industrial

La protección que ofrece el secreto industrial es más débil que el que ofrece la patente. Está muy relacionado con la ética profesional de los empleados, pues está basada en la confidencialidad que los propios trabajadores aportan al entorno de la empresa. En el caso de que el trabajador difundiese algún tipo de información confidencial de la empresa, esta estaría en su derecho de reclamarle una compensación económica por haber explotado él mismo o personas no autorizadas de información secreta. Normalmente el trabajador firma un contrato de confidencialidad con la empresa para poder evitar su difusión, aunque el peligro siempre está ahí. Lo que se suele hacer es dividir en diferentes partes la invención, de manera que nunca una misma persona llegue a conocer la totalidad de ellas.

Como se puede ver claramente la protección que ofrece la propiedad industrial es menor que la de la patente, pero sí que porta la ventaja de que el secreto industrial les permite disponer del monopolio de la invención. Nunca se puede olvidar que existe la posibilidad de que otras personas o empresas puedan llegar a las mismas conclusiones e incluso a poder patentar la invención quitando los derechos a la primera empresa.

2.2.2 Patente de invención

Las patentes de invención son el medio existente más generalizado para garantizar la protección de invenciones técnicas. Las patentes son una manera de fomentar la innovación y la divulgación de las nuevas tecnologías que se van desarrollando. Se concede por el Estado, quien otorga derecho exclusivo al inventor, para evitar que terceros hagan uso de dicha tecnología. Sus derechos solo serán válidos en el territorio en el que fueron concedidos. La duración máxima de esta exclusividad es de 20 años desde que se presenta la solicitud. Es necesario abonar las tasas anuales a partir de su concesión

para mantenerla en vigor y es necesario su renovación cada 5 años.

Este exclusivo monopolio que es temporal se concede a cambio de la divulgación pública de su invención. Debe describir con todo detalle cómo funciona y para qué sirve además de comprarla con anteriores tecnologías existentes en dicha área para poder verificar que se trata de algo innovador.

La patente es una forma de fomentar el I+D, pues reconoce al inventor por creatividad y retribución material con su invención comercial. Así el inventor goza de ciertos beneficios por hacer pública su creación impulsando a que otras personas puedan acceder al conociendo y de esta forma que sea posible la aparición de nuevas tecnologías, que contribuirá a mejorar la calidad de vida de la sociedad.

En el caso de que las patentes no existieran, las empresas copiarían las creaciones de otros e intentarías sacar el mayor beneficio posible. Al carecer de estos derechos de protección no se invertirían en investigación.

2.2.3 Modelo de utilidad

Este tipo de protección menos conocidas que las patentes, otorgan unos derechos parecidos a estas. Generalmente, la protección que confieren los modelos de utilidad está destinada para invenciones que son menos complejas técnicamente y que serán lanzadas al mercado para un periodo de tiempo limitado. El proceso que conlleva la solicitud de un modelo de utilidad es más sencillo que el que lleva una patente. Las diferencias principales entre los modelos de utilidad y las patentes son:

- Los requisitos para la obtención de este tipo de protección son menos exigentes que por ejemplo el de la solicitud de la patente. En concreto la condición de ser novedoso, es también un requisito indispensable, sin embargo, el requisito de actividad inventiva en ocasiones no se considera o se tiene menos en cuenta que en las patentes.
- El tiempo de protección, en el caso de los modelos de utilidad, este periodo es más corto.
- Las tasas y el mantenimiento de los derechos son inferiores que la que implican las patentes.

2.2.4 Marca

La marca es todo aquel signo diferenciador que muestra que determinados servicios o bienes han sido elaborados o distribuidos por una empresa o persona en concreto. Estos signos pueden ser palabras, números, formas, letras, colores, fotos o una combinación de estos.

Las marcas son el único tipo de propiedad privada que su duración no tiene límite, es decir, es indefinido. De manera que desde que se registra la marca se dispone de su propiedad durante 10 años. Siendo posible su renovación cada 10 años. El trámite y las tasas que implica la renovación de la solicitud puede hacerse 6 meses antes de la expiración de la anterior renovación. En el caso de querer renovar solamente una parte de la marca, se necesitará realizar el registro nuevamente. La marca es posible que pertenezca a una persona o a más de una. Así, las decisiones en el primer caso, se decidirán por esa persona individualmente o en el segundo caso, conjuntamente por las personas que sean poseedoras de dicha marca. El poseedor de dicha marca es el único capaz de explotarla en el mercado. Este tiene el derecho de impedir que terceras personas vendan productos o servicios a nombre de su marca. Como del mismo modo no se podrá exportar e importar productos de dicha marca sin la autorización del titular.

Para poder gozar de estos privilegios es necesario que haya evidencia de que se está explotando la marca, pues si al cabo de los 5 años no hay pruebas del uso de esta, el titular o titulares serán sometidos a las correspondientes sanciones.

La documentación que hay que incluir para la presentación de la solicitud de la marca en el registro es la siguiente: una instancia con el motivo de la solicitud de la marca, la documentos que identifiquen al futuro titular, el signo que represente a la marca y un listado con los productos o servicios que se venderán bajo el nombre de la marca. A continuación, se someterá esta documentación a un examen de admisibilidad y de forma y se valorará la concesión.

2.3 Patentabilidad

No todas las invenciones se pueden patentar. Hay una serie de requisitos conocidos como condiciones de patentabilidad que dicha invención debe cumplir para que se pueda patentar. Estas condiciones son las siguientes:

- **Materia patentable:** La creación tiene que pertenecer a las invenciones que se consideran patentables conforme con el país donde nos encontremos, ya que puede variar de un caso a otro. Hay países en los que no se consideran patentables las teorías científicas, las variedades vegetales y animales, los métodos matemáticos, los descubrimientos de sustancias naturales, los métodos de tratamiento médico y toda invención cuya explotación comercial se considere necesario impedir a los fines de proteger el orden público, las buenas costumbres y la salud pública.
- **Aplicación industrial:** la invención debe ser útil, debe tener utilidad práctica o ser susceptible de aplicación industrial.
- **Novedad:** la creación debe ser algo novedoso, no existente. Tiene que ser algo que no se haya visto con anterioridad.
- **Actividad inventiva:** La creación no puede ser planteada por una persona que tenga unos conocimientos generales sobre el ámbito tecnológico que se necesita para la innovación, es decir, no puede ser algo evidente.
- **Divulgación de la invención:** La creación tiene que ser expuesta completamente y en su totalidad de manera que el experto en dicho campo tecnológico puede entenderla perfectamente.

2.4 Propiedad de la patente

Lo típico es pensar que el titular o poseedor de la patente es el inventor, pero en la mayoría de los casos no es así. Hay que tener claro que una empresa no puede inventar algo, pero sí ser titular de una patente. El motivo es que una empresa no es una persona física, esta condición es requerida para poder ser inventor de alguna creación. En general, son una serie de razones por las que el inventor y el solicitante son diferentes. En este apartado se comentará las diferencias entre ambos.

2.4.1 Inventor

El inventor es la persona física (empresas o entidades jurídicas no pueden ser inventores) que ha creado la invención, es decir, es aquella persona que contribuye intelectualmente a la realización de su invención, con una idea original e innovadora que en muchos casos se llevara a la práctica.

La patente puede ser realizada por varias personas conjuntamente, de forma que el derecho a adquirir la patente se atribuirá a todas ellas por igual. No se considerará autor de la patente a aquella persona que haya ayudado a la invención siguiendo las instrucciones de un tercero, sino que la contribución intelectual es la que aporta el carácter de inventor. En el caso de que una misma invención haya sido creada por varias personas independientemente, el derecho de esta patente será de aquella persona cuya patente tenga la fecha de solicitud más antigua.

En la actualidad, hay personas que dedican sus esfuerzos en la creación de nuevos inventos. Como por ejemplo el inventor de más patentes del mundo, Lowell Wood.⁴ Sus ideas o innovaciones se extienden a muchos campos, como son algunas: un microondas inteligente, sistemas anticolidión para coches o un gran termo para conservar vacunas. Se convirtió en el inventor con más patentes del mundo el 7 de Julio de 2015 cuando adquirió su patente número 85 (un dispositivo que agrega capacidades de video conferencia y de transmisión de datos a equipos médicos), ese día supero en una patente a Thomas Alva Edison, que hasta ese momento era la persona que había conseguido más patentes.

2.4.2 Solicitante

El solicitante es aquella entidad jurídica, que se encarga de todo el proceso de solicitar una patente incluyendo los costes de dicho trámite. Para solicitar dicha patente se necesita autorización del inventor. El solicitante es el titular de la patente y como tal tiene todos los derechos y obligaciones de dicha patente. En el caso de que el inventor y el solicitante

⁴ Es un astrofísico, paleontólogo autodidacta y experto informático más prolífico en la historia de EEUU. Este hombre se dedica a inventar soluciones para los problemas de nuestro mundo.

no sean el mismo, el inventor solo tiene el derecho a figurar en ella como tal.

En el caso de que la patente no haya sido concedida todavía y sea pedida por una persona distinta del solicitante, en el plazo de 3 meses, se podrá:

- Subrogarse en lugar del anterior solicitante.
- Presentar una nueva solicitud de patente.
- Pedir que la solicitud sea denegada.

Según lo anterior, la persona legítima tiene derecho a reclamar su titularidad de la patente cuando haya sido concedida a una persona no legítima. De la misma manera que si una persona solo dispone del derecho de una parte de la patente esta pueda reclamar la cotitularidad de esa parte.

2.5 Solicitud de la patente

La solicitud de la patente se puede hacer de forma electrónica a través de la Oficina Virtual de Propiedad Industrial (SIPI) o físicamente, en algún punto de atención.

La estructura de la solicitud debe incluir: una instancia de solicitud destinada al Director de la Oficina Española de Patentes y Marcas, una descripción de la invención para la que se solicita la patente, una o varias reivindicaciones, dibujos basados en la descripción o las reivindicaciones y finalmente un resumen de la invención. Se tendrán que pagar las tasas que conlleva el trámite de la solicitud.

La fecha en la que el solicitante entrega los papeles en la oficina para la solicitud de la patente queda grabada como la fecha de solicitud de esta. La documentación que se presenta incluye los siguientes requerimientos: la indicación de que se solicita una patente, las informaciones que permitan identificar al solicitante y contactar con él y una descripción detallada de la invención para la que se pide la patente.

El trámite de una solicitud de patente, tiene que satisfacer con unas condiciones formales de presentación, plazos para los distintos trámites, publicación en la faceta oficial, pagos

de tasas, etc. De forma que el solicitante necesita conocer las normas legales vigentes⁵ y realizar un seguimiento del trámite, para no salirse los plazos previstos.

2.6 Estructura de una patente

En este apartado se explicará los contenidos que lleva una patente. La estructura que tienen las patentes está regida por el Real Decreto 2245/1986 del 10 de Octubre.

En la primera página contiene una serie de datos bibliográficos y en ocasiones suele incluir un resumen y una imagen de la invención de la cual dicha patente está basada. Los datos más importantes que se presentan en esta página son:

- Código de Barras
- Numero de Publicación
- Numero de Solicitud
- Fechas tanto de presentación como de publicación de la solicitud
- Solicitante o solicitantes
- Inventor o inventores
- Título
- Resumen (suele ser opcional)

Estas partes vienen mostradas en la figura 2.1.

⁵ Decisión 486 de 2000 y Circular Única de la Superintendencia de Industria Y Comercio. Título X


 US 20180021618A1

(19) United States (12) Patent Application Publication LEE		(10) Pub. No.: US 2018/0021618 A1 (43) Pub. Date: Jan. 25, 2018
(54) WEARABLE SOFT EXOSKELETON APPARATUS (71) Applicant: FRT Co., Ltd. , Pohang-si (KR) (72) Inventor: Dong-Chan LEE , Seoul (KR) (73) Assignee: FRT Co., Ltd. , Pohang-si (KR) (21) Appl. No.: 15/393,694 (22) Filed: Dec. 29, 2016 (30) Foreign Application Priority Data Jul. 25, 2016 (KR) 10-2016-0094159	(52) U.S. CL CPC <i>A63B 21/00181</i> (2013.01); <i>A61H 1/0237</i> (2013.01); <i>A61H 3/00</i> (2013.01); <i>A61H 2201/5061</i> (2013.01); <i>A61H 2201/5071</i> (2013.01); <i>A61H 2201/5051</i> (2013.01); <i>A61H 2201/1683</i> (2013.01); <i>A61H 2201/165</i> (2013.01)	
Publication Classification (51) Int. CL <i>A63B 21/00</i> (2006.01) <i>A61H 3/00</i> (2006.01) <i>A61H 1/02</i> (2006.01)	(57) ABSTRACT A wearable soft exoskeleton apparatus includes: a fluid supplying portion; and a soft exoskeleton portion which is connected to the fluid supplying portion and is configured to be able to be worn in legs of a user, a soft exoskeleton portion being made of elastic material to simulate motions of the legs and being provided with a fiber conduit through which fluid flows, the soft exoskeleton portion being inflated to support the legs of the user when the fluid is supplied to the fiber conduit from the fluid supplying portion. The soft exoskeleton portion includes: a fiber tube which is formed in a mesh type to be able to enclose a femoral region and a shinbone; and a fiber structure which is disposed within the fiber tube in a structure in which cells of a predetermined shape are connected to one another so as to form a plurality of the fiber conduits therein.	

Figura 2.1. Exoesqueleto US201821618A1.
Fuente: Dong-Chang LEE, 2018.

2.6.1 Resumen

El objetivo del resumen es exclusivamente divulgativo no podrá ser empleado para ningún otro fin. Tiene que presentar de forma concisa y precisa el problema técnico que se presenta, la solución que se plantea y el uso principal del invento. El resumen no podrá ocupar más de ciento cincuenta palabras, incluirá el título y una explicación clara de la descripción y de las reivindicaciones. También se podrán incluir aquellos dibujos más representativos e importantes de la invención.

En definitiva, el resumen informará de lo que es novedoso en el estado de la técnica, o si se trata de una modificación de una invención anterior, en cuyo caso se centrará en la explicación de dicha modificación.

2.6.2 Descripción de la Invención

La descripción tiene que ser clara de manera que una persona medio experta en la materia pudiese llevarla a cabo. Incluirá el estado de la técnica que define el contexto tecnológico donde se sitúa el invento. Y fundamentalmente tiene que diferenciar las tecnologías

anteriores y la contribución que incluye esta nueva invención.

El lenguaje será objetivo, técnico y neutral sin incluir ningún tipo de propaganda o relacionado. El contenido en este apartado será de tipo expositivo lógico, solo podrá ser cambiado el orden si mejora la comprensión de la invención.

La descripción se iniciará en la segunda página y tendrá las siguientes partes:

- Título. Se muestra en la figura 2.2, en el cuadro azul.
- Sector Técnico. Se muestra en la figura 2.2, en el cuadro verde.
La delimitación del ámbito del sector técnico de la invención sirve fundamentalmente para la facilitación de la clasificación de la invención.
- Estado de la Técnica.
En este apartado se intenta familiarizar al lector con el ámbito en el que se sitúa el problema que se quiere solucionar y se explicara las distintas soluciones existentes que hay hasta la fecha de dicha solicitud. Se muestra en la figura 2.2, en el cuadro naranja.
- Descripción detallada de la invención.
En esta sección se explicará detalladamente las características generales de la invención como vienen desarrolladas en las reivindicaciones (las reivindicaciones están basadas completamente en la descripción de forma que si no han sido mencionadas anteriormente en la descripción no se podrán reivindicar). La explicación ha de ser clara de manera que se pueda entender perfectamente el problema técnico y la solución a este. También se incluirá las ventajas que supone la invención frente a inventos parecidos o que traten de resolver el mismo problema. Se muestra en las figuras 2.2 y 2.4, en el cuadro amarillo.

WEARABLE SOFT EXOSKELETON APPARATUS	
CROSS-REFERENCE TO RELATED APPLICATION	
[0001] This application claims priority to and the benefit of Korean Patent Application No. 10-2016-0094159 filed in the Korean Intellectual Property Office on Jul. 25, 2016, the entire contents of which are incorporated herein by reference.	fiber tube in a structure in which cells of a predetermined shape are connected to one another so as to form a plurality of the fiber conduits therein.
TECHNICAL FIELD	
[0002] The present invention relates to a wearable soft exoskeleton apparatus.	[0009] The fluid supplying portion may include: a fluid supplying device which supplies the fluid to the soft exoskeleton or withdraws the fluid from the soft exoskeleton; and a wearing portion which is configured to mount the fluid supplying device to a body of the user.
BACKGROUND ART	
[0003] Recently, wearable robots which can assist person's movements are widely being developed. Such wearable robots are used as various applications such as an industrial application, a medical application, a military application or the like.	[0010] The fluid supplying device may include: a mounting portion to which the wearing portion and the soft exoskeleton portion are coupled; a hydraulic pressure module which is mounted to the mounting portion and generates a hydraulic pressure; and a fluid supplying tube which connects the hydraulic pressure module and the soft exoskeleton portion together.
[0004] Such a wearable robot for assisting muscular power includes a power assisting robot for the upper body and a power assisting robot for the lower body. The robot for the lower body among these is a robot assisting power of legs, and may be configured to detect walking conditions of a user and to assist the muscular power depending on the detected conditions.	[0011] The wearing portion may include: a first supporting portion which is coupled to the fluid supplying device and is configured to be able to be worn in a waist of the user; and a second supporting portion which is coupled to the fluid supplying device and is configured to be able to be worn in a shoulder of the user.
[0005] However, since the power assisting robot for the lower body is generally formed by a metallic frame which is powered by mechanical forces, weight and volume thereof are inevitably increased and thus it is difficult to realize rapid movements and smooth motions.	[0012] The soft exoskeleton portion may include: a first soft exoskeleton link which is configured to be able to support the femoral region; a second soft exoskeleton link which is configured to be able to support the shinbone; a detection portion which is configured to be able to support feet of the user and detects movements of the user to control an operation of the fluid supplying portion; and a joint portion which connects the fluid supplying portion, the first soft exoskeleton link, the second soft exoskeleton link and the detection portion to be rotatable with respect to one another.
[0006] Also, due to these reasons, it may cause exhaustion of physical strength of a user and movements are restricted.	[0013] The soft exoskeleton portion further may include a fixing device which fixes the first soft exoskeleton link, the second soft exoskeleton link and the detection portion to a body of the user.
DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION	
Technical Problem	
[0007] The present invention has been made in an effort to provide a wearable soft exoskeleton apparatus which is made of metamaterial which has a negative Poisson's Ratio or phase-change characteristics so that it has minimized weight and volume and can be tightly fitted onto a body of a user so as to allow smooth movements.	[0014] The detection portion may include: a first supporting portion which is rotatably connected to the second soft exoskeleton link to support an ankle of the user; and a second supporting portion which is configured to be disposed at a sole of a foot and is provided with a plurality of pressure sensors.
Technical Solution	[0015] The elastic material may be metamaterial which has a negative Poisson's Ratio or phase-change characteristics.
[0008] A wearable soft exoskeleton apparatus according to an embodiment of the present invention includes: a fluid supplying portion; and a soft exoskeleton portion which is connected to the fluid supplying portion and is configured to be able to be worn in legs of a user, a soft exoskeleton portion being made of elastic material to simulate motions of the legs and being provided with a fiber conduit through which fluid flows, the soft exoskeleton portion being inflated to support the legs of the user when the fluid is supplied to the fiber conduit from the fluid supplying portion. The soft exoskeleton portion includes: a fiber tube which is formed in a mesh type to be able to enclose a femoral region and a shinbone; and a fiber structure which is disposed within the	Advantageous Effects [0016] According to the present invention, since the soft exoskeleton portion which is worn in a body of a user is made of elastic metamaterial which has a negative Poisson's Ratio or phase-change characteristics, weight and volume thereof can be minimized, and the soft exoskeleton portion can precisely imitate motions of legs so as to ensure rapid and smooth movements. [0017] Further, since the soft exoskeleton portion is formed in a structure of the fiber tube which can be expanded and contracted depending on flow of the fluid and has a mesh type enclosing the femoral region and the shinbone of a user, the soft exoskeleton can support a body of a user effectively and can protect the femoral region and the shinbone from external shocks. [0018] Further, since a plurality of the pressure sensors which can be easily attached to and detached from a body of a user and detects pressure by a sole of a user to control the

Figura 2.2. Exoesqueleto US201821618A1.

Fuente: Dong-Chang LEE, 2018.

- Breve descripción de los dibujos

La patente puede incluir dibujos, es decir, representaciones graficas de la invención, esquemas de etapas de procesos y diagramas. La intención es complementar la descripción para que esta pueda ser entendida de la mejor manera posible. Un ejemplo de dibujo que complementa la descripción de los dibujos se puede ver en la figura 2.3. Por último, un ejemplo de descripción del

dibujo se muestra en la figura 2.4, en el cuadro morado.

FIG. 1

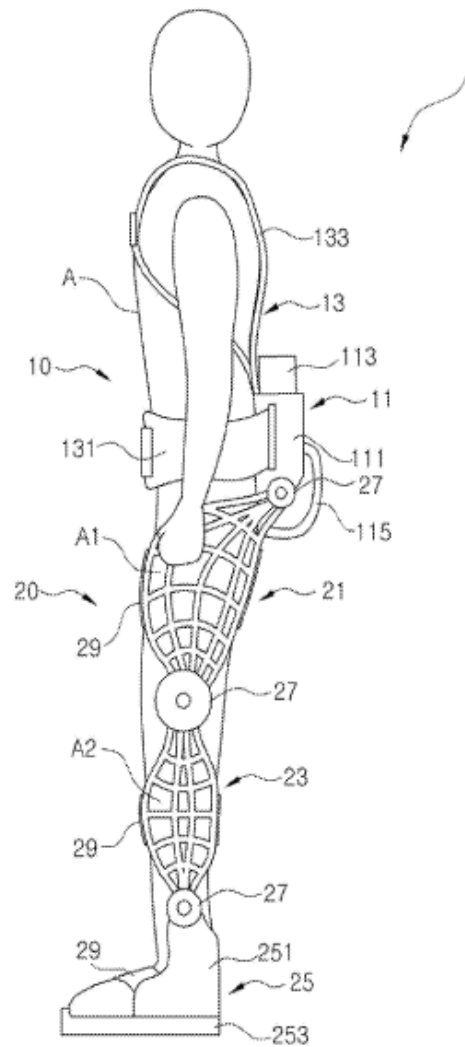


Figura 2.3. Exoesqueleto US201821618A1.

Fuente: Dong-Chang LEE, 2018.

fluid supplying device are disposed, the soft exoskeleton portion can be worn without making a user feel discomfort and it can be rapidly detected whether the assisting power is required or not so that a user can make precise movements according to his intention.	coupled. The mounting portion 111 is disposed at a waist of a user A by the wearing portion 13 and has a securing groove (not shown) to secure a hydraulic pressure module 113. Also, coupling means which are configured to be coupled to the wearing portion 13 and the soft exoskeleton portion 20 may be provided at an outer periphery thereof. For example, the coupling means may be a hook or a groove.
BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS [0019] FIG. 1 is a drawing showing a state that a user wears a wearable soft exoskeleton apparatus according to an embodiment of the present invention. [0020] FIG. 2 is a drawing schematically showing a fluid supplying device of a wearable soft exoskeleton apparatus according to an embodiment of the present invention. [0021] FIG. 3 is a drawing schematically showing a section of a soft exoskeleton portion of a wearable soft exoskeleton apparatus according to an embodiment of the present invention. [0022] FIG. 4 is a drawing schematically showing changes of a soft exoskeleton portion by fluid supply. [0023] FIG. 5 is a drawing schematically showing disposition of pressure sensors on a second supporting portion of a wearable soft exoskeleton apparatus according to an embodiment of the present invention. DETAILED DESCRIPTION OF THE EMBODIMENTS [0024] An embodiment of the present invention will be described in detail with reference to the accompanying drawings hereinafter. [0025] FIG. 1 is a drawing showing a state that a user wears a wearable soft exoskeleton apparatus according to an embodiment of the present invention, FIG. 2 is a drawing schematically showing a fluid supplying device of a wearable soft exoskeleton apparatus according to an embodiment of the present invention, and FIG. 3 is a drawing schematically showing a section of a soft exoskeleton portion of a wearable soft exoskeleton apparatus according to an embodiment of the present invention. Also, FIG. 4 is a drawing schematically showing changes of a soft exoskeleton portion by fluid supply, and FIG. 5 is a drawing schematically showing disposition of pressure sensors on a second supporting portion of a wearable soft exoskeleton apparatus according to an embodiment of the present invention. [0026] Referring to FIG. 1, a wearable soft exoskeleton apparatus 1 according to an embodiment of the present invention is formed by elastic metamaterial which has a negative Poisson's Ratio or phase-change characteristics instead of metallic frame and mechanical structure so as to be small-sized and flexible, and includes a fluid supplying portion 10. [0027] The fluid supplying portion 10 is worn in a body of a user A and is connected to a soft exoskeleton portion 20, and regulates inflow of fluid to the soft exoskeleton portion 20, pressure of the fluid, speed of the fluid, and the like. [0028] In detail, the fluid supplying portion 10 may include a fluid supplying device 11 and a wearing portion 13. [0029] The fluid supplying device 11 supplies fluid to the soft exoskeleton portion 20 or withdraws fluid from the soft exoskeleton 20. [0030] Referring to FIG. 1 and FIG. 2, the fluid supplying device 11 may include a mounting portion 111 to which the wearing portion 13 and the soft exoskeleton portion 20 are	[0031] Further, the fluid supplying device 11 may include the hydraulic pressure module 113 which is mounted to the mounting portion 111 and generates a hydraulic pressure. For example, the hydraulic module 113 may be formed by a hydraulic pressure tank, a hydraulic pressure driving motor, a hydraulic pressure valve, a hydraulic pressure pump gear, a driving circuit board, a battery pack and the like. The hydraulic pressure module 113 may have an integrated hydraulic pressure supplying type in which a plurality of hydraulic driving motors, hydraulic pressure valves and hydraulic pressure pump gears are installed in one hydraulic pressure tank. [0032] Also, the fluid supplying device 11 may include a fluid supplying tube 115 which connects the hydraulic pressure module 113 and the soft exoskeleton portion 20. For example, the fluid supplying tube 115 may be formed as one through which supplying and discharging of fluid are performed simultaneously or may be formed as plural through which supplying and discharging of fluid are performed separately. [0033] The wearing portion 13 may fix the fluid supplying device 11 to a body of a user A. [0034] Referring to FIG. 1, the wearing portion 13 may include a first supporting portion 131 which is coupled to the mounting portion 111 of the fluid supplying device 11 and is configured to be able to be worn in a waist of a user A and a second supporting portion 133 which is coupled to the mounting portion 111 of the fluid supplying device 11 and is configured to be able to be worn in a shoulder of a user A. For example, a connector of one-touch type and a length regulator (not shown) may be provided to the first supporting portion 131 and the second supporting portion 133. [0035] Meanwhile, the wearable soft exoskeleton apparatus 1 includes the soft exoskeleton portion 20. [0036] Referring to FIG. 1 and FIG. 3, the soft exoskeleton portion 20 is connected to the fluid supplying portion 10 to be worn to legs of a user A and is formed of flexible material so as to imitate motions of legs. The soft exoskeleton portion 20 is provided with a fiber conduit 20c through which fluid flows and is inflated to support legs of a user A when fluid is supplied thereto from the fluid supplying portion. [0037] In more detail, the soft exoskeleton portion 20 includes a fiber tube 20a which has the fiber conduit 20c therein and a fiber structure 20b which is disposed inside the fiber tube 20a to form a plurality of the fiber conduits 20c. [0038] The fiber tube 20a is disposed in a mesh type to be able to enclose a femoral region A1 and a shinbone A2, and is formed of elastic material so as to undergo expansion and contraction together with the fiber structure 20b. For example, the fiber tube 20a may be formed of elastic material together with the fiber structure 20b, but may be thicker than the fiber structure 20b or may be formed of material containing non-elastic component so that an inflation thereof can be limited within a predetermined critical value when the fluid flows thereto. [0039] The fiber structure 20b is disposed within the fiber tube 20a in a structure in which cells of a predetermined

Figura 2.4. Exoesqueleto US201821618A1.

Fuente: Dong-Chang LEE, 2018.

- Exposición de al menos un modo de realización de la invención.
En esta parte se explicará el funcionamiento de la invención, se darán todas las indicaciones e instrucciones necesarias que necesitaría un experto en la materia para poder ejecutarlo.
- Los Dibujos solo vienen exigidos cuando son imprescindibles para la comprensión de la invención. Las condiciones que deben requerir son; la superficie útil de las páginas que lleven los dibujos tendrán una extensión de 26,2 por 17 centímetros sin poder abarcar más. Estas páginas no llevan marco alrededor de los dibujos. Los márgenes mínimos serán:
 - Margen superior: 2,5 cm
 - Margen inferior: 1 cm
 - Margen izquierdo: 2,5 cm
 - Margen derecho: 1,5 cm

Los dibujos se harán de la siguiente manera:

- Los dibujos han de ser en líneas y trazos negros, bien delimitados y uniformes, sin colores.
- Los cortes se harán con líneas oblicuas de manera que no dificulten la lectura de las líneas directrices y de los signos de referencia.
- Para la elección adecuada de la escala de los dibujos y la correcta realización gráfica, se hará de manera que al reducir linealmente dos tercios de una reproducción fotográfica se puedan distinguir los detalles fácilmente.
- Las letras, signos y cifras que lleven incluidos los dibujos han de ser claros y sencillos, pues en ningún caso llevaran paréntesis, círculos o comillas, en combinación con cifras y letras.
- Las líneas serán trazadas por medio de instrumentos de dibujo técnico
- Todos los objetos de la misma figura llevaran la misma proporción a menos que una diferencia de proporción aclare algún aspecto de su funcionalidad o comprensión.
- La altura de las letras y cifras no será inferior a 0,32 centímetros. Se empleará el alfabeto latino y se podrá utilizar el alfabeto latino cuando aparezcan letras en los dibujos.
- Es posible que en una misma hoja de los dibujos puede tener más de una figura, como será el caso de la representación de un conjunto.

- Todas las figuras se colocarán verticalmente y claramente separadas unas de otras, sin espacios perdidos. Si estuviesen colocadas horizontalmente, se colocarían en la parte superior de las figuras en el lado izquierdo de la página.
- Las figuras se numerarán consecutivamente en cifras árabes, indistintamente de la numeración de las hojas.
- Los signos de referencia serán empleados para los dibujos sólo si figuran en la descripción y en las reivindicaciones y viceversa. Los signos de referencia de los mismos elementos serán idénticos en la solicitud completa.
- Los dibujos no contendrán ningún tipo de texto, a excepción de pequeñas indicaciones indispensables o las palabras claves que aclaren su comprensión. Cabe la posibilidad de su sustitución en otro idioma.

- **Aplicación industrial**

Una de las condiciones de patentabilidad es este, como se ha mencionado anteriormente. Es posible que la aplicación de la invención no esté totalmente clara, de manera que en ese caso habrá que definir este apartado donde se explicará que la invención es objeto de aplicación industrial.

- **Reivindicaciones**

Las reivindicaciones son el objeto del cual se pide la protección. Tienen que estar basadas en la descripción, y ser claras y concisas. Solo se protege lo que hay reivindicado. Es decir, la descripción solo relata la explicación de la invención cuando las reivindicaciones describen jurídicamente el ámbito de la protección y delimitan el derecho de explotación exclusiva que ha sido concedido por la patente.

El objetivo del inventor es poder obtener una amplia protección, de manera que si presentan unas reivindicaciones muy extensas es posible encontrar antecedentes relevantes, siendo en esta situación más vulnerable. También se da el caso en el que las reivindicaciones sean escasas, pues es posible que se excluyan de protección jurídica alguna solución similar aportada por el solicitante.

Las reivindicaciones tienen dos partes: El preámbulo y la parte caracterizadora.

El preámbulo es la parte genérica, explica el ámbito de aplicación donde desarrolla las características técnicas generales que son conocidas.

La parte caracterizadora: esta parte es la original, es decir es la que explica las características propias innovadoras de la invención que la diferencian de lo existente. Se muestran en la figura 2.5, en el cuadro rojo.

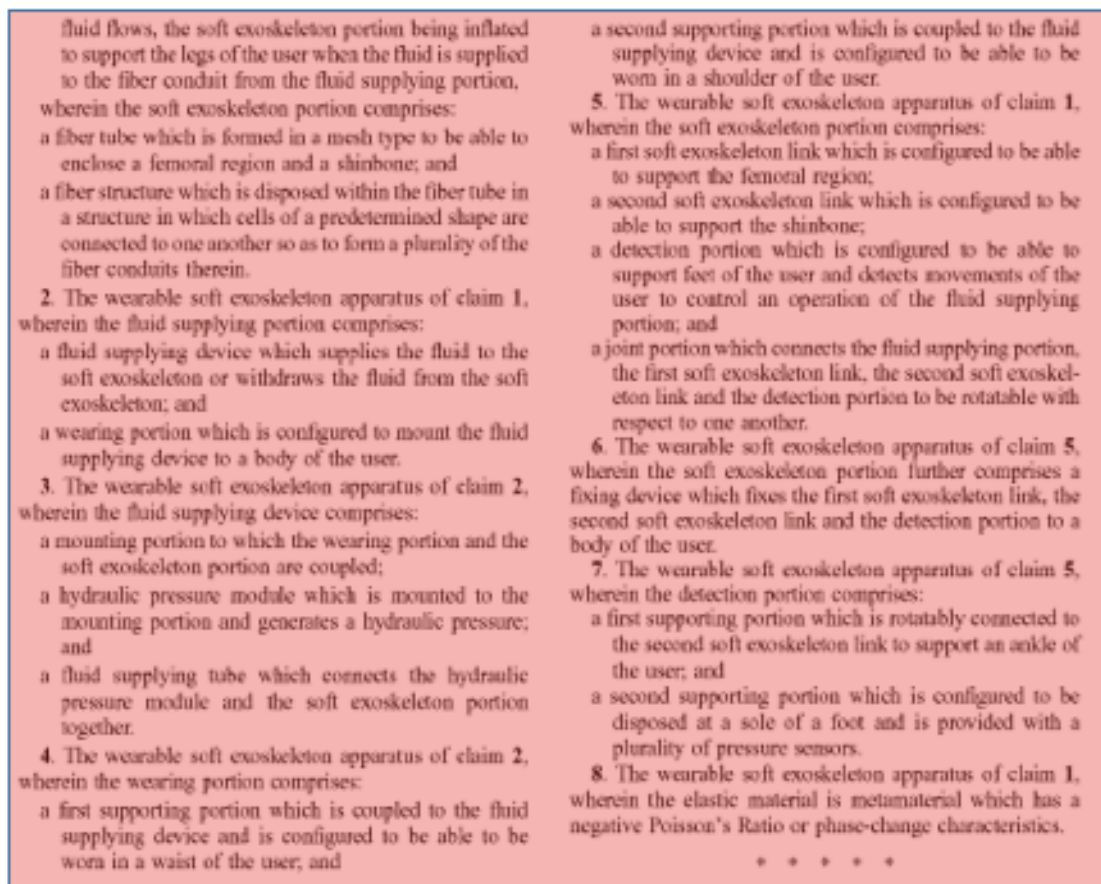


Figura 2.5. Exoesqueleto US201821618A1.
Fuente: Dong-Chang LEE, 2018.

2.7 Derechos y deberes del propietario.

Poseer una patente, otorga una serie de derechos de propiedad industrial, entre ellos la exclusividad temporal de explotar la creación. Sin embargo, el hecho de poder gozar de estos derechos implica ciertas obligaciones que se deben cumplir. Es decir, hay una serie de factores que se deberían tener en consideración para decidir si se quiere patentar dicha creación.

En este apartado se expondrán los derechos y las obligaciones que se adquieren al solicitar cualquier derecho de propiedad industrial.

2.7.1 Concesiones de la patente.

El solicitante cuando se le concede la patente, se le otorgan ciertos derechos que son los siguientes:

- Derecho moral del inventor: aquel derecho de reconocimiento público por ser el creador de la invención. En caso en que el titular de la patente no sea el inventor habrá una declaración en la que vendrá explicado el motivo del derecho a la solicitud de la patente.
- Derecho patrimonial del titular: tiene una duración de unos 20 años desde la que se presenta la solicitud en el registro. Incluye:
 - Derecho a impedir que terceras personas puedan fabricar los elementos implícitos en la patente o a la utilización del procedimiento patentando.
 - Derecho a evitar la oferta del producto de la patente.
 - Derecho a impedir la introducción de la invención al mercado por otras personas.
 - Derecho a evitar que terceras personas usen el objeto.
 - Derecho a evitar la circulación de piezas que sean clave para la invención.(Todos estos derechos solo son existentes cuando la patente no ha sido comercializada)
 - Derecho a ampliar la patente.
 - Derecho a poder pagar las deudas que implica la solicitud de la patente a la OEPM tres años tras la concesión de la misma.
- Derecho por solicitante: ser indemnizado si se hace uso del invento mientras la realización de la publicación de la solicitud y la concesión de la patente.

2.7.2 Obligaciones al propietario

Bien cierto es que obtener una patente, otorga ciertos derechos, pero para poder gozar de ellos implica que el propietario tenga ciertas obligaciones. Una de las obligaciones que tiene dicho solicitante es la explotación de la patente en un plazo de 4 años que

comenzaran a contar desde el día que se realiza la solicitud o bien 3 años desde el día que se publica la concesión en el BOPI.

Se han de pagar unas anualidades, eso solo corresponde aquellas patentes que sean públicas, en caso contrario la patente caducaría y consecuentemente la invención pasaría a poder ser manipulable públicamente.

2.8 Conclusiones

Este capítulo nos ayuda a comprender la propiedad industrial y todos los tipos que existen. En particular, se entra en detalle en uno en concreto, que es la patente, pues es de gran importancia para este proyecto.

Una de las partes de este proyecto, es la lectura de una serie de patentes, para luego poder llegar a una nueva invención. Este capítulo también informa sobre la estructura de las patentes, así facilitara la posterior lectura de las mismas.

Otros factores de importancia, son los derechos que obtendríamos al conseguir la patente, de la misma manera que conocer el proceso para la solicitud de la misma. Y de la misma manera conocer cuáles son los privilegios y obligaciones que tiene el titular al concederle una patente.

Tras este capítulo, donde da conocimiento de la propiedad industrial, en concreto de las patentes. Ahora es cuando entra en juego el siguiente capítulo, donde se analiza las distintas patentes existentes que están involucradas en el objetivo del proyecto, el diseño del exoesqueleto.

Capítulo 3

Estado de la Técnica

3. Estado de la técnica

3.1 Introducción

Una vez se haya analizado el propósito de este proyecto, y se tenga un conocimiento básico de la propiedad industrial, en concreto, un conocimiento sobre las patentes, saber cómo buscar un tipo de patentes, conocer la estructura de estas, etc, todo ello facilitará el siguiente paso, que es la lectura y el análisis de todas las patentes que estén relacionadas con el tema de los exoesqueletos.

En este capítulo se hará un análisis en función de la solicitud de las patentes por países y por años. Resulta de gran ayuda saber qué países están más desarrollados en este campo y saber cuál es la evolución de los exoesqueletos a lo largo de los años. Además de saber en qué años se ha visto más activa la investigación de este sector.

Se hará una breve explicación de aquellas compañías que más figuren como solicitantes en las patentes.

También se explicará la clasificación de las patentes analizadas en función de los problemas que intentan resolver. Finalmente, se analizarán todos los problemas que se plantean en esas patentes y se comentaran todas las soluciones propuestas por ellas. Pues en muchas ocasiones más de una patente se propone resolver el mismo problema. Las diferencias serán los distintos tipos de propuestas para la solución de dicho problema.

3.2 Revisiones de las patentes

Este proyecto se centrará en la creación de un exoesqueleto destinado a niños que padecen PCI. Antes de comenzar a diseñar dicho aparato ortopédico, primero investigaremos en el ámbito de los exoesqueletos. Analizaremos una serie de patentes que llevarán distintas

innovaciones que serán las propuestas para solucionar problemas que han surgido de aparatos anteriores o por necesidad.

Se hará una búsqueda preliminar dentro del registro que incluye todas las patentes existentes. Se localizará la clasificación donde se sitúan las patentes que abarcan el asunto de estudio para este proyecto (exoesqueletos).

La primera clasificación se realiza por letras, en nuestro caso nuestro objeto de estudio se encuentra en la letra A (sección de las necesidades humanas). Posteriormente, A se descompone en Agricultura, Alimentación y tabaco, Artículos personales o domésticos y por último Salud y entretenimiento. Los exoesqueletos se localizan en la última categoría de las ultimas citadas. Esta tiene a su vez tres subdivisiones: medicina, protección y deportes. Los exoesqueletos están en la subdivisión de medicina, A61. A su vez, dentro de salud existe una división más extensa. En concreto la clasificación A61H se trata de aparatos para terapia física, como aparatos para localizar o estimular los actos reflejos del cuerpo humano, respiración artificial, aparatos terapéuticos especiales para bañarse o para propósitos higiénicos o para partes específicas del cuerpo. Para obtener patentes más concretas nos centraremos en dos subclases en concreto. La búsqueda de las patentes a estudiar será la intersección de las siguientes:

- A61H3/00/LOW/C: Este grupo incluye todos los aparatos de fisioterapia para ayudar a pacientes a caminar.
- A61H2201/165/C): interfaces portables.

Si combinamos las anteriores dos clases e incluimos la palabra clave exoesqueleto, resultan 361 patentes. Se han analizado estas patentes haciendo especial atención al problema que tiene como objetivo resolver y la solución que aporta para dicho problema. Los datos que se han recogido de todas estas patentes son⁶:

- El año de publicación
- El inventor
- El código de publicación
- El problema que se pretende resolver
- La solución que se plantea

⁶ Estos datos recogidos, pueden observarse en el Anexo A.

3.3 Análisis global de las patentes estudiadas

Hoy en día hay una gran competitividad en todos los mercados, pues ya no es suficiente solo con conocer las necesidades del cliente, sino también hay que saber qué es lo que le atrae a la población para poder satisfacer sus necesidades. Es un hecho que todo el mundo conoce, de forma que se centran en desarrollar las nuevas tecnologías y así poder crear inventos nuevos y mejorados (la base del progreso científico).

Para poder sacar más provecho, también es interesante hacer un estudio de la solicitud de patentes por países, pues puede aportar información de que países están más interesados en dicho campo. Puede ser porque su gobierno este invirtiendo grandes cantidades de dinero en ese ámbito o simplemente que sea un problema que afecte a una gran mayoría de personas en ese país. Y se esté intentando resolver el problema o mejorar la calidad de vida de aquellas personas que tengan relación con dicha problemática.

También es interesante un estudio cronológico, que nos informe durante que años se ha centrado más en el estudio de los exoesqueletos. En nuestro caso, puede ser que haya surgido una guerra, o algún desastre natural, en algún periodo en concreto y que durante esos años se haya visto impulsado el desarrollo de estos exoesqueletos para poder ayudar a cualquier persona que haya perdido parte de su movilidad de las extremidades inferiores.

3.3.1 Análisis por solicitud de países

En la figura 3.1 se muestra los porcentajes de solicitudes de patentes por países. Estos datos pueden compararse claramente en la figura 3.2. Y en la figura 3.3 se aclara información sobre las figuras 3.1 y 3.2.

Siglas país	Porcentaje (%)	Siglas país	Porcentaje (%)
AU	4,4	KR	2,9
CA	6,7	MX	1,2
CN	1,8	NZ	1,2

EP	13,8	SG	0,3
GB	0,3	TW	0,9
IL	0,9	US	31,1
IN	0,3	WO	33,1
JP	1,2		

Figura 3.1. Tabla de porcentajes de solicitud de patentes por países.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

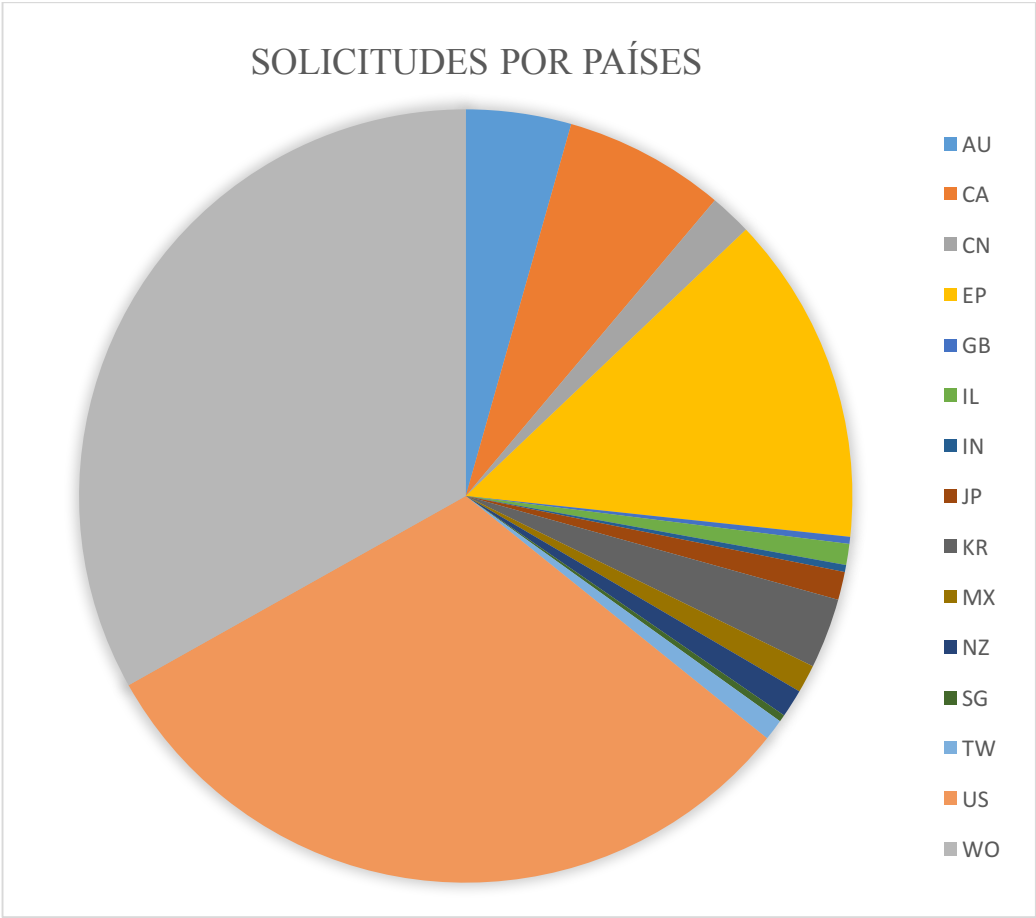


Figura 3.2. Clasificación geográfica
Fuente: Elaboración Propia 2018

CÓDIGO PAÍS	CÓDIGO PAÍS
AU	Australia
CA	Canadá
CN	China
EP	Oficina Europea de Patentes

GB	Reino Unido
IL	Israel
IN	India
JP	Japón
KR	Republica de Corea
MX	México
NZ	Nueva Zelanda
SG	Singapur
TW	Taiwán
US	Estados Unidos
WO	Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO)

Figura 3.3. Códigos y Países
Fuente: Elaboración Propia 2018

La Organización mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), en inglés, World Intellectual Property Organization (WIPO), es la que posea más patentes, de todas las patentes existentes hasta la fecha de este ámbito, el 33% de ellas pertenece a este organismo. Esta Organización fue fundada en 1967 cuya sede se sitúa en Ginebra (Suiza). Su objetivo es ejecutar un sistema de propiedad intelectual que pueda fomentar la innovación, la creatividad, el avance tecnológico y poder ayudar al desarrollo económico, de manera que sea accesible para todo el mundo, equitativo y sea de interés público. Estados Unidos es el segundo país con mayor número de patentes. Su número de patentes está muy próximo al de la OMPI, solo se diferencia en un 2% de patentes, es decir, el 31% de las patentes les pertenecen. También destaca la Oficina Europea de Patentes (EP), que tiene un 14% de patentes, cifra menor que los anteriores países, supone la mitad en comparación con ellos.

Podríamos pensar que Estados Unidos, la WIPO y la EP son las organizaciones o países que más están apostando por I + D y así poder impulsar este campo. Ahora bien, tenemos que tener en cuenta que Estados Unidos es cierto que es un país donde el desarrollo tecnológico está muy impulsado y día a día crece. Pero también hay que tener en cuenta que es un país muy grande, no se puede comparar con países mas como España, que es

20 veces más pequeño. Lo mismo ocurre con la WIPO que es a nivel mundial y con la EP que abarca el continente europeo.

3.3.2 Análisis por su evolución cronológica.



Figura 3.4 Evolución cronológica del desarrollo de las patentes

Fuente: Elaboración Propia 2018

Existe una evolución de las patentes a lo largo del tiempo. La primera patente recogida sobre el campo de estudio es del año 1997, y la última es del año 2018. Podemos observar en la figura 3.4 durante los primeros años, digamos entre el 1997 hasta el 2003, apenas se han elaborado innovaciones. Pues antiguamente la gente tenía menos esperanza de vida, con lo cual había menos personas que llegaban a su vejez. Los ancianos son personas que tienen dificultades para andar pues sus músculos han perdido fuerza y sus huesos no funciona igual que cuando eran jóvenes. En los últimos años la esperanza de vida ha crecido y con ello la necesidad de algún tipo de aparato que ayude a esta población a facilitar el caminar. Se podría decir que en los últimos años se ha visto impulsado la solicitud de patentes de exoesqueletos.

3.4 Empresas pioneras

Hay muchas empresas que se dedican a fabricar exoesqueletos. Las más destacadas son Ekso Bionics y Honda Motors.

También hay muchas universidades que impulsan la creación de innovaciones sobre exoesqueletos y en muchas ocasiones la realización de la patente de dicha creación, un ejemplo sería La universidad de Berkeley, en California, en concreto destaca uno de sus profesores, Homayoon Kazerooni⁷.

3.4.1 Ekso Bionics

Ekso Bionics es una empresa que desarrolla y fabrica exoesqueletos biónicos. Estos exoesqueletos son portables por los usuarios para aumentar la fuerza, la movilidad y la resistencia de soldados o gente parapléjica. Estos exoesqueletos que fabrican, tienen una amplia variedad de aplicaciones médicas, militares e industriales. Permite que aquella gente que no sea capaz de ejecutar la movilidad completa de sus extremidades, incluyendo los parapléjicos, sean capaces de levantarse y andar.

Ekso Bionics fue fundada en 2005, por Russ Angold, Nathan Harding (propietarios de un gran número de patentes), cuya sede está en Richmond, California, Estados Unidos.

3.4.2 Honda Motors

Es una empresa japonesa, fundada en 1948, lleva en activo unos 69 años. Su sede se encuentra en Tokio, Japón. Es una empresa especializada principalmente en automoción. Honda Motors fabrica automóviles, propulsores para vehículos terrestres, acuáticos y aéreos, motocicletas, robots y en general componentes para la industria automotriz. Esta empresa destaca por su desarrollo e investigación en nuevas tecnologías. Aunque es cierto

⁷ Homayoon Kazerooni, co-fundador de Ekso Bionics, es un experto en el campo tecnológico que relaciona los exoesqueletos, principalmente en robótica y mecatrónica.

que es famoso por fabricar automóviles, también fabrica otro tipo de productos como son los exoesqueletos. Muchas de las patentes leídas para este proyecto tenían como solicitante a esta gran empresa.

3.5 Clasificación

Es imprescindible realizar una clasificación de las patentes, pues todas abarcan algún tipo de innovación para la solución de un problema. La clasificación que más nos va a beneficiar es una clasificación que divida las patentes según el tipo de problema que se quiere intentar solucionar. De esta manera elegiremos que problema nos interesa solucionar. Así analizaremos las distintas propuestas que plantean las propuestas que serán de muy útil aportación para nuestro diseño.

Se han hecho primero dos grandes clasificaciones; aquellos exoesqueletos cuya función este destinada para rehabilitación, es decir, destinados a que los pacientes puedan recuperar la función o movilidad de sus extremidades inferiores debido a que esta haya disminuido o haya sido perdida por causa de un accidente o enfermedad. El otro grupo son aquellos exoesqueletos que se usan en el día a día, es decir, son aparatos que ayudan a que la persona que lo lleva puede andar con mayor facilidad. Pueden tener varios usos, como por ejemplo militares, pues se desarrollan exoesqueletos para que los soldados los lleven puestos y puedan transmitir parte de su peso al suelo y así ser capaces de poder cargar más peso y mejorar su resistencia. También se emplean para que gente mayor o gente que por algún tipo de accidente haya perdido la movilidad parcial o total de sus extremidades inferiores. Estas dos aplicaciones son las más comunes.

En nuestro caso buscamos exoesqueletos que ayuden a andar a personas que padecen alguna enfermedad. Una de las dificultades con la que nos hemos encontrado es que lo existente hasta hoy, está hecho para gente adulta, es decir, apenas hay inventos que se hayan destinado a niños. Ciertamente es que este sector suele ser el menos afectado, con lo cual la demanda es mucho menor y las empresas tienden en menor medida a desarrollar este tipo de exoesqueletos. También hay aparatos que se han creado, que pueden tener ambas

aplicaciones, es decir, pueden ser usadas tanto para rehabilitación como para el uso diario de la gente.

3.5.1 Ayuda asistida al andar

Este grupo está destinado aquellas personas que usaran los exoesqueletos a diario, porque habrán perdido parcialmente la movilidad y la fuerza de sus extremidades inferiores, ya sea por una enfermedad o por un accidente o simplemente que llegan a una edad en la que sus fuerzas no son las suficientes para poder ejecutar el movimiento por si solos. También como se ha mencionado anteriormente tiene una aplicación militar e industrial. La aplicación industrial, se emplea para a aquellos trabajadores que durante su turno de trabajo tengan que hacer un exceso de trabajo físico y cargar mucho peso. Hay exoesqueletos que ayudan a minimizar ese trabajo físico y que así no resulte tan cansado y duro, además de poder cargar mayor peso. Esto implicaría mejorar en la producción, que aportaría mayores beneficios a la empresa. En cuanto a la aplicación militar, la intención principal es mejorar su fuerza y su resistencia. Los soldados tendrán que llevar armamento, el cual siempre es muy pesado y en consecuencia se sentirán fatigados antes. Con un exoesqueleto se podría mejorar su aguante y minimizar el peso que tiene que cargar de todo el armamento que tienen que llevar.

El proyecto se centrará en aquellas patentes cuyos fines sean médicos, es decir, aquellos exoesqueletos que estén pensados para ayudar a caminar a aquellas personas que necesitan una ayuda externa, es decir que proporcionen ayuda asistida al caminar. En este grupo está la siguiente clasificación:

- Estructura entrepierna/balancín: Son unas patentes donde el exoesqueleto esta por la parte interna de la pierna y consta de un balancín. Todas son la evolución del mismo elemento que ha ido incluyendo mejoras. Estos exoesqueletos se colocan en la entrepierna y la idea es que pueda elevar al usuario ligeramente para que este tenga que soportar menos peso. La diferencia entre ellos es el mecanismo empleado para efectuar el movimiento. Algunos de los exoesqueletos de esta clasificación se muestran en la figura 3.5.

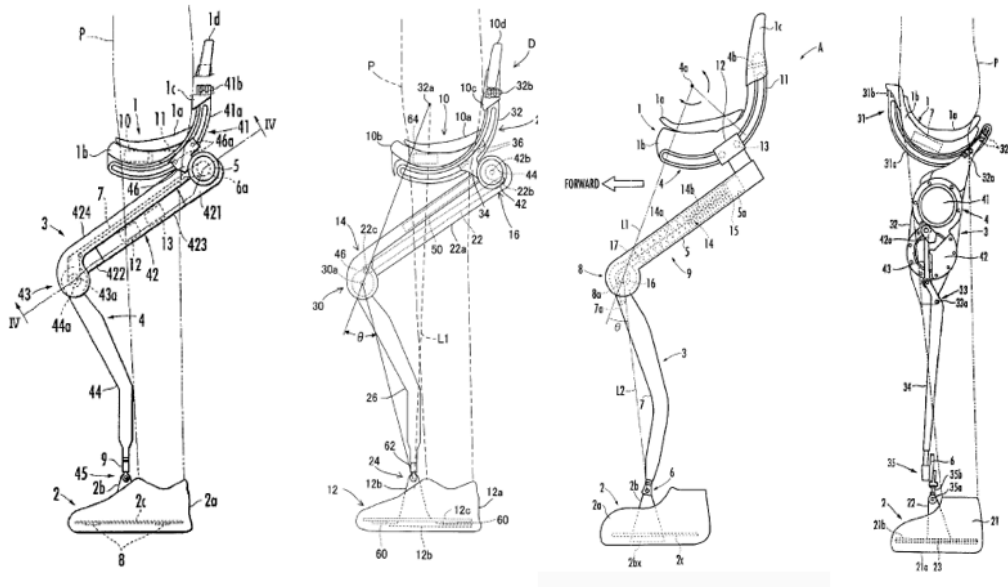


Figura 3.5. Exoesqueletos dentro de la clasificación estructura entrepierna/balancín.
Exoesqueletos US2010094182; US2011224586; US2011251534; US2010145239
respectivamente.

Fuentes: Tatsuya Noda 2010; Yasushi Ikeuchi, 2011; Yoshihisa Matsuoka 2011; Hiroshi Kudoh, Youki Endo, Yasushi ikeuchi, 2010, respectivamente.

- Detecta estados/muletas: en este caso la estructura se complementa con unas muletas. Detecta estados: es capaz de identificar si está sentado, de pie, agachado. Este tipo de inventos llevan incorporados sensores que miden los ángulos que recorren las articulaciones. Estos parámetros pasan a un controlador que dependiendo del ángulo medido identifican el estado del usuario.
- Sensores y actuadores tobillo: en este caso son estructuras que se limitan a cubrir el tobillo y que ayudan a movilizar dicha articulación. Llevan incorporados sensores, normalmente en la suela del zapato para poder indicar al controlador cuando se encuentra el pie en contacto con el suelo y cuando no. De manera que se puede aplicar o parar el par en el momento indicado.

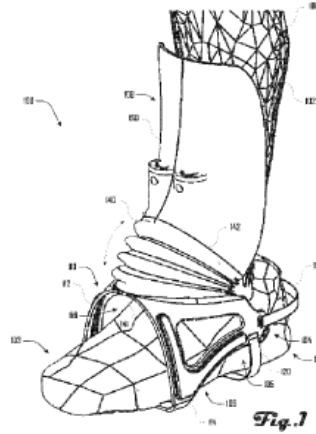


Figura 3.6. Exoesqueleto para el tobillo, WO2016160624

Fuente: Piercy Brenton, Swift Tim, Nucci Glancarlo, Lamb Callum, Lynn Pete, Griffith Saul, Luce Leanne, 2016.

- **Movimiento hidráulico:** este tipo de patentes usan métodos hidráulicos para producir la flexión y extensión de las piernas.

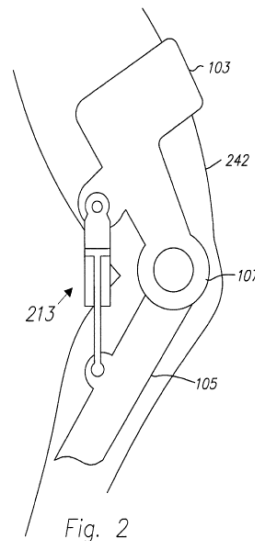


Figura 3.7. Exoesqueleto US7883546B2.

Fuente: Homayoon Kazerooni, Adam Zoss, Nathan H. Harding, Rusdson Angold, 2011.

- Flexión y extensión: estas patentes se centran en cubrir los muslos. Detectan parámetros como velocidades y aceleraciones angulares para poder conseguir una correcta flexión y extensión.
- Métodos/controlador: son tipos de controladores o métodos que se aplican a un exoesqueleto.
- Muletas inteligentes: muleta que llevan un circuito eléctrico que son capaces de mandar ordenes que el exoesqueleto recibirá para la realización correcta del movimiento.

- Sensores y actuadores⁸:
 - Mejor acoplamiento: son patentes que se centran en que el paciente este lo más cómodo posible y que sean capaces de ponérselo solos y cómodamente.
 - Femoral: estas patentes cubren la zona femoral de la pierna.

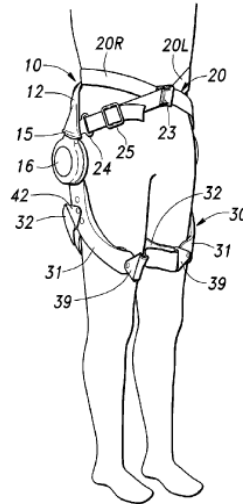


Figura 3.8. Exoesqueleto US2010198116A1

Fuente: Takashi Hirata, Taji Koyama, 2010.

- Seguridad: llevan algún tipo de mecanismo de bloqueo, o algún tipo de agarre que asegura que el paciente no se caerá y podrá seguir el movimiento sin ningún riesgo.
- Engranajes: la solución que se propone para el movimiento incluyen engranajes
- Liberar peso: la estructura está hecha de tal manera que su objetivo es quitar parte del peso del usuario y de la estructura, transmitiéndolo al suelo.
- Fluido: la estructura que cubre las piernas es un tubo de un material fibroso por donde circulara un fluido.

⁸ En general todos emplean el uso de sensores o actuadores de alguna manera. Las clasificaciones han sido hechas según la focalización de cada patente. El exoesqueleto que se va a diseñar se incluirá en el grupo de ayuda asistida al andar, centrándose en los sensores y actuadores, en concreto en el tema de poder mejorar al máximo la comodidad del usuario.

3.5.2 Rehabilitación

En este grupo se encuentran todas aquellas patentes destinadas a innovaciones de exoesqueletos cuyo objetivo es ayudar a las personas a recuperar la fuerza y movilidad de sus extremidades inferiores. Es necesario conocer las características del usuario y así poder clasificar su severidad y así asignarle cual es el aparato idóneo para él o ella.

Los problemas que se han planteado en este grupo son varios. La rehabilitación tiene que ser dirigida y controlada por un terapeuta. Antes, cuando no se empleaban exoesqueletos era el propio terapeuta quien tenía que ayudar a ejecutar los movimientos al paciente. Esto tenía grandes desventajas, pues a veces se necesitaba más de un doctor, además este no es capaz de permanecer mucho tiempo realizando estos ejercicios pues genera mucha fatiga, y en consecuencia estas sesiones resultaban muy cortas. El uso de exoesqueletos hace que el terapeuta no tenga que estar tan encima del paciente, así con un solo terapeuta será suficiente. Además, el doctor no se cansará tan rápido con lo cual estas sesiones podrán alargarse.

También hay que mencionar que el paciente es quien comunica al doctor que es lo que siente y como siente que está evolucionando, pero es posible que no sea capaz de expresarlo bien y el doctor ni pueda llegar a entender cuál es su estado ni como está resultando su progreso. Para este último problema, los exoesqueletos que están surgiendo suelen llevar incorporados sensores que aportan “feedback” y aclaran información y mejoran el conocimiento del doctor de la situación de su paciente. Cabe destacar que todas estas ventajas suponen una mejora en la rehabilitación. Así que los pacientes podrán sacar más provecho de las sesiones y notar un mayor progreso en menos tiempo.

Dentro de este grupo se han clasificado en subgrupos, los cuales son los siguientes:

- Cinta: se trata de aquellos exoesqueletos que están diseñados para que el paciente pueda mejorar su movilidad, con el empleo de una cinta de correr/andar. Pues en las sesiones solo se dispone de una sala que no es especialmente grande, y se necesita espacio para poder caminar. De ahí el empleo de una cinta, que pueda regular las velocidades y pueda recorrer la distancia elegida por el terapeuta.
- Elevación: Consiste en un exoesqueleto que lleva ciertos enganches que elevan al usuario, reduciendo el peso que este mismo tiene que soportar. Estos enchanches se ajustan al cuerpo de manera que se puede regular el peso que está soportando,

así en un inicio se puede hacer que el paciente apenas tenga que soportar peso para poder aumentar el peso gradualmente.

La Figura 3.11 nos muestra una combinación de cinta y elevación.

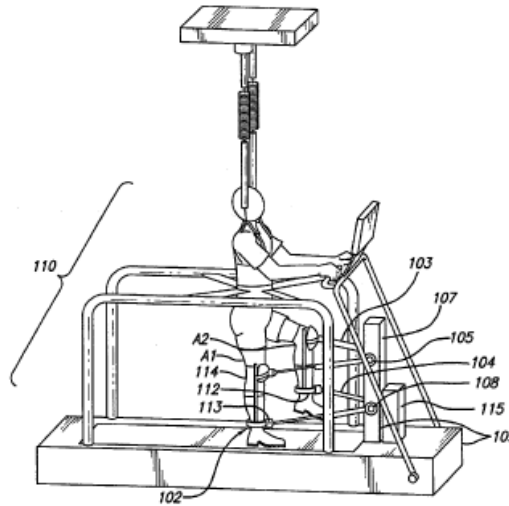


Figura 3.11 Exoesqueleto US2004097330.

Fuente: V. Reggie Edgerton, M. Kathleen Day, Susan Karkema, Antal K, Bejczy, James R. Weiss, 2004

- Traje presurizado: consiste en unos trajes hechos de un material especial, son elásticos, donde se introduce aire a presión, la idea es poder estimular los músculos.
- Mejor portabilidad: lleva algún dispositivo o sistema que hace que sea mejor su desplazamiento, pues el terapeuta pueda mover el exoesqueleto sin problema cuando no sea usado por el usuario.
- Estructura: Consiste simplemente en la estructura del exoesqueleto, se coloca en las extremidades del paciente y este anda, en consecuencia, flexiona y extiende la pierna. Este tipo de aparatos suele estar destinados para aquellos pacientes que están más afectados, es decir, que su movilidad y fuerza en los músculos de las piernas es mínimo. Como serán incapaces de efectuar grandes movimientos sus desplazamientos serán mínimos y con el espacio de la sala de rehabilitación será suficiente.

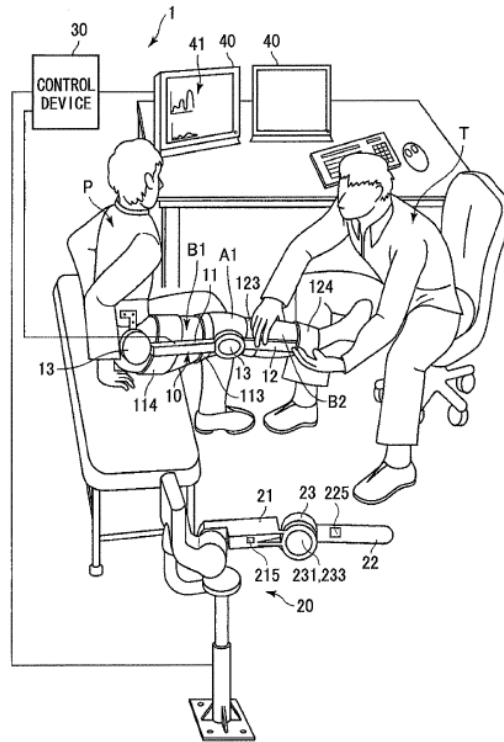


Figura 3.12 Exoesqueleto US2010130893.

Fuente: Yoshiyuki Sankai, 2010

- Flexión y extensión: consiste en un aparato en el que mientras esta tumbado, tiene que extender y flexionar las piernas.

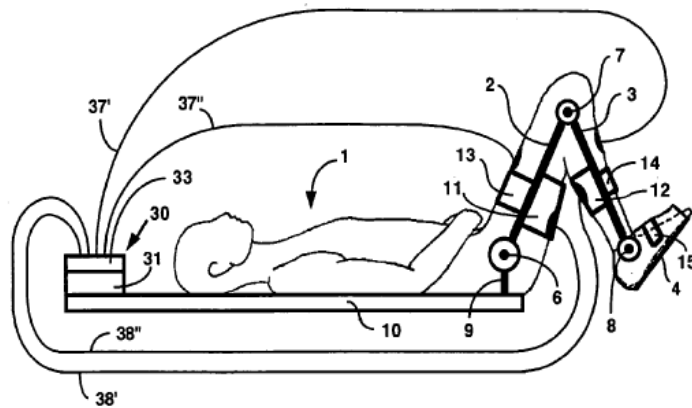


Figura 3.13 Exoesqueleto US2004172097

Fuente: Roland Brodard, Reymond Claved , 2004

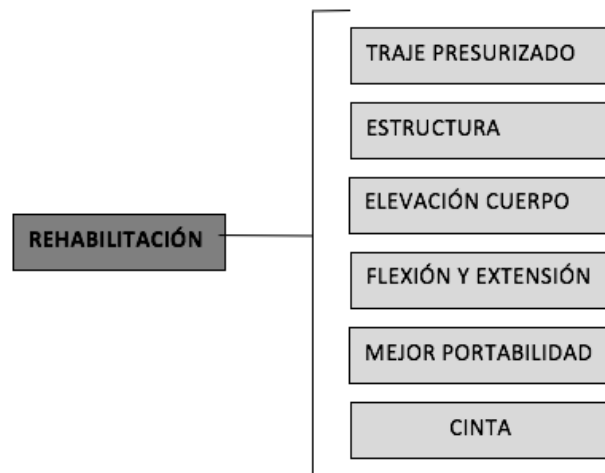


Figura 3.14. Clasificación ayuda asistida.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

3.6 Problemas abordados por las patentes

En todas las patentes estudiadas aparecían una serie de problemas que se habían observado, o bien, de anteriores aparatos o porque eran obvios o simplemente por intuición. Aunque se mencionasen varios problemas en cada patente, cada una se centraba en la solución de uno o dos problemas en. En la figura 3.15 se ha hecho una clasificación global de todos los problemas que han aparecido en las patentes.

En primer lugar, estos problemas se han separado en dos grandes grupos, los surgidos por temas de rehabilitación y los aparecidos en aparatos que proporcionan ayuda asistida.

Dentro del primer grupo, el problema esencial era el cansancio del terapeuta, al tener que ser este mismo quien proporciona la ayuda al paciente para repetir los ejercicios. En consecuencia, se realizan pocas repeticiones y las sesiones resultan cortas. En la mayoría de los casos se necesitaba más de un terapeuta.

La comunicación se produce entre doctor y paciente, pero muchas veces el paciente no sabe expresar con propiedad su situación, de manera que el terapeuta no es capaz de medir su progreso.

Dentro del segundo grupo, aquellos problemas surgidos en los exosqueletos que proporciona ayuda asistida, se han distinguido tres subgrupos:

- Todos aquellos problemas que relacionan la adaptabilidad del ritmo de andar del paciente a la estructura.
- Todos aquellos problemas que relacionan una sobrecarga de peso que suponía la estructura o el intento de reducción del propio peso del usuario.
- Todos aquellos problemas que relacionan la comodidad del paciente

En los problemas relacionados con la adaptabilidad del ritmo de caminar o correr del paciente, se ha observado que saber la pendiente de la superficie a la que el usuario se enfrenta, o si se encuentra subiendo o bajando escaleras, facilita el cálculo adecuado del par correspondiente. Para ello se ha empleado el uso de sensores que miden el ángulo absoluto de la pendiente.

También sería de gran ayuda poder detectar en qué estado se encuentra la persona, es decir, si su intención es mantenerse de pie, sentarse o simplemente andar, pero con otra velocidad. Pues es vital para parar de ejercer el par, aumentarlo o reducirlo. Para ello se emplea el uso de sensores, que miden la inclinación del tronco. La señal de salida de los sensores se compara con unos valores preestablecidos o patrones y se determina el estado en el que se encuentra el paciente.

Vinculado a este último problema, otro gran asunto es el seguimiento de la velocidad deseada del usuario por el aparato. En grandes ocasiones no se puede detectar la velocidad necesaria e implantarla. En este caso, se suele disponer de sensores que detectan las velocidades necesarias a través de parámetros cinéticos (peso, momento de inercia y el coeficiente de viscosidad) y se mide la diferencia de fase y se comparan con patrones para finalmente reducir esta diferencia de fase hasta que sea nula.

Estos parámetros cinéticos citados antes, no suelen tenerse de primeras, pues depende de las características del usuario, incluso pueden variar, en el mismo dependiendo de la ropa que lleve o de la condición física. Se emplean sensores que aportan bioseñales que permiten obtener los valores de estos parámetros.

Pasando a los problemas que se relacionan con el peso, esencialmente aparecen dos, al ser estructuras voluminosas engloban gran cantidad de elementos provocando que estas estructuras sean muy pesadas. En consecuencia, al poseer elementos muy pesados, distribuidos por la estructura, crea momentos inerciales elevados. Para la solución de estos problemas se plantea la eliminación de todos aquellos aparatos incensarios y la redistribución de la localización de los elementos más pesados para reducir su distancia al centro de gravedad.

Finalmente, los problemas interesantes para este proyecto son los involucrados en la comodidad del usuario. Estos problemas con sus respectivas soluciones aparecen con más detalle en la figura 3.16.

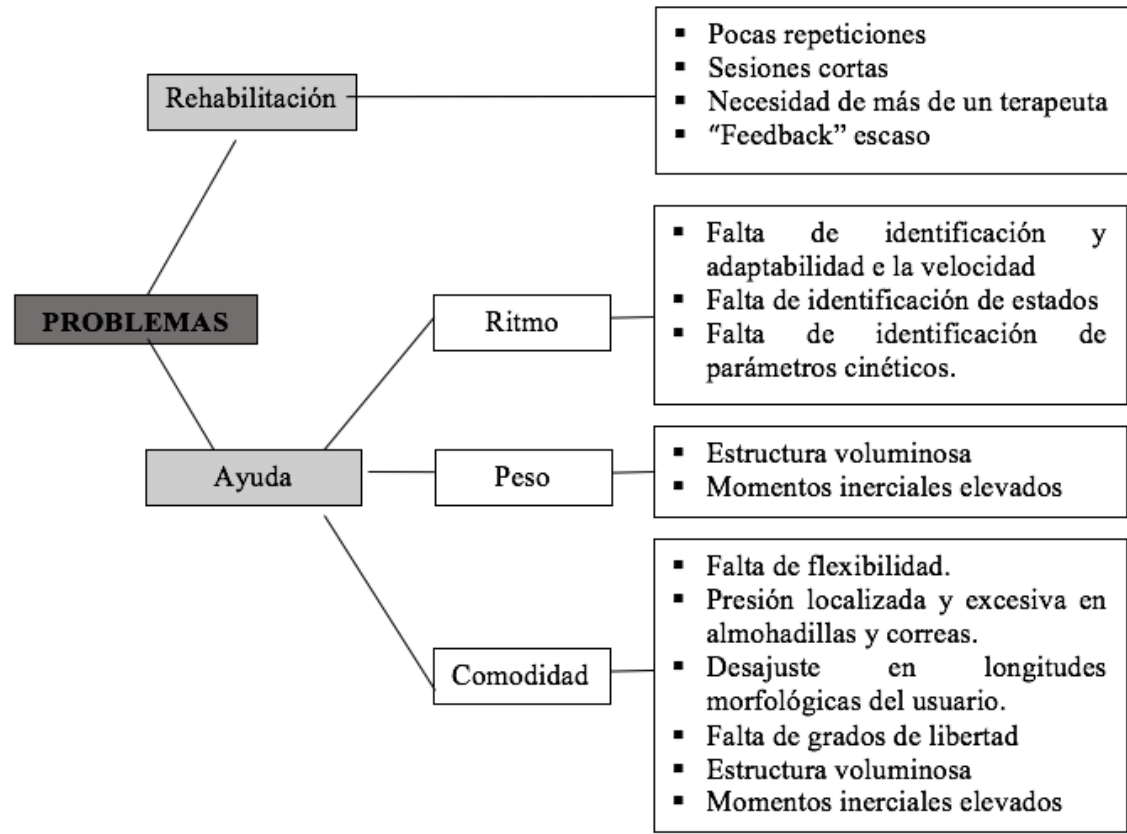


Figura 3.15. Problemas planteados en las patentes.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En la figura 3.16 se muestra una tabla que contiene una serie de problemas con sus respectivas soluciones. Estos problemas son los que están relacionados con la comodidad

del paciente, pues el diseño de este exoesqueleto pretende que sea lo más cómodo posible para el usuario.

Esta información procede de las patentes estudiadas, el resto de problemas y soluciones, aparecen en el Anexo A. Más de una patente tenía como objetivo la solución de un mismo problema. En el diseño de este exoesqueleto se procurará tener en cuenta la mayoría de estos aspectos.

Problemas	Soluciones
Falta de ajuste al cambio de longitud de las extremidades durante el cambio de flexión y extensión.	▪ Un sensor en contacto con el músculo determinará la fase del musculo, alargando o acortando la estructura. Cuando el pie toque el suelo, la estructura se bloque e impide su desplazamiento. ▪ Mecanismo que permite cambiar las longitudes de las barras que comprende el exoesqueleto
Elevado momento de inercia, que produce fatiga en el usuario.	▪ El impulsor para la articulación de la rodilla se localiza en el tronco del usuario, en lugar de en la rodilla, así se reduce el momento de inercia y la energía consumida. Pues la distancia al centro de gravedad se reduce. ▪ Eliminación de piezas innecesarias
Falta de flexibilidad	▪ La flexibilidad se mejora añadiendo elementos de tracción (poleas) a las articulaciones. Estos elementos actúan conjuntamente con las articulaciones obteniendo un mayor grado de libertad y flexibilidad. ▪ Utilización de materiales flexibles en determinadas zonas de la estructura.

Problemas	Soluciones
Falta de grados de libertad	▪ El aparato lleva incorporado algunos pasadores a lo largo de las barras de las extremidades inferiores que permiten cierto movimiento a los lados. ▪ Uso de mecanismos que unen los enchanches de las piernas a las barras de manera que permiten movimiento hacia los lados.
Presión localizada y excesiva de correas y almohadillas	▪ Almohadilla de aire que permite deformarse está colocada en contacto con la pierna. ▪ Uso de correas y cinturones de material flexible con un coeficiente friccional leve.
Estructura voluminosa	▪ El sillín se coloca en la entrepierna, las barras se colocan por el lado interno de las piernas.

Figura 3.16. Problemas y soluciones planteados en las patentes para mejorar la comodidad del usuario.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

3.7 Conclusiones

En este capítulo se ha estudiado el Estado de la técnica del campo elegido. Para este estudio se ha seleccionado una serie de patentes que relacionaban el diseño de exoesqueletos. Estas patentes han sido evaluadas según su procedencia y su fecha de publicación. La intención era obtener información de que países están más involucrados en el objetivo de este proyecto y en que años se enfocaron sus mejoras.

Muchas de las patentes contenían solicitantes comunes, como son Ekso Bionics y Honda Motors, que son grandes empresas promotoras de aparatos robóticos como es el caso de los exoesqueletos.

Centrándonos en las patentes, se han clasificado en dos grandes grupos, según su uso. Es decir, si se destinaban para rehabilitación o para obtener ayuda asistida para caminar. Cada grupo a su vez se ha clasificado en subgrupos en función de la problemática que se proponía solucionar.

Finalmente, se ha expuesto cuales eran los principales problemas que presentaban estas patentes, con sus respectivas propuestas para resolverlos.

Con la información que aporta este capítulo da pie al inicio del siguiente, donde se detalla la invención que se propone para el diseño de este exoesqueleto. Pues una vez conocido lo que existe, tanto los problemas como los mecanismos para la solución de estos, se ha planteado que problemas nos queríamos focalizar. También estos mecanismos han aportado ideas para la nueva invención.

Capítulo 4

Invención

4. Invención

4.1 Introducción

En el capítulo anterior se hizo un estudio detallado de las patentes existentes que tenían relación con exoesqueletos. Se han investigado muchos problemas que tenían estos exoesqueletos y se ha estudiado la solución que proponía cada patente. Estos datos han sido de gran utilidad. Pues es fundamental saber los principales problemas que se producen en la población a los que se dirigen estos aparatos, al fin y al cabo, son ellos quienes van a usar estos aparatos.

Como hemos mencionado en el capítulo anterior el diseño de este exoesqueleto tiene como intención primordial centrarse en el tema de mejor acoplamiento, es decir, que se adapte lo mejor posible y sea lo más cómodo para el usuario.

Se explicarán algunos aspectos relevantes de las patentes US2015173929A1⁹ y US7429253B2¹⁰, pues los mecanismos que se proponen en este capítulo están inspirados en ellas. Se contará con detalle las invenciones propuestas que logran este objetivo, y se mostraran imágenes de las mismas.

4.2 Diseño

El diseño de este exoesqueleto, además de su funcionalidad principal (proporcionar ayuda asistida para caminar), se hará para que sea lo más cómodo posible para el usuario. De manera que el diseño se fundamentará en que el acoplamiento pueda seguir el movimiento natural del usuario lo mejor posible.

⁹ Cuyos inventores son Homayoon Kazerooni, Wayne Tung, Don Jin Hyun, Stephen Mckinley, Yoon Jung Jeong, en 2015.

¹⁰ Cuyos inventores son Kei Shimada y Tatsuya Noda, en 2008.

Tiene tres partes importantes; la primera parte es el generador de par, aquí es donde intervendrá la patente US2015173929A1 cuyos inventores son Homayoon Kazerooni, Wayne Tung, Don Jin Hyun, Stephen Mckinley, Yoon Jung Jeong. Entre los componentes de esta primera parte, lleva incorporado un sensor, un actuador eléctrico y un controlador que dirige el actuador. Este se regula en función de la señal de salida obtenida por sensor, para poder proporcionar el par necesario, en el momento indicado.

La segunda y tercera parte se inspiran en la patente US7429253B2 cuyos inventores son Kei Shimada y Tatsuya Noda. En esta parte del mecanismo es donde interviene la aportación con la que se contribuirá al desarrollo de estos aparatos ortopédicos.

La segunda parte importante es el agarre de las piernas con las barras que forman parte de la estructura del exoesqueleto, que es un mecanismo sencillo que permite un mayor grado de libertad de movimiento.

Por último, en relación a la tercera parte, las barras que forman parte de la estructura que soporta todo el peso, lleva otro mecanismo que permite adaptar la longitud de las mismas.

A continuación, se contará detalladamente todos estos mecanismos, tanto el propuesto en estas dos patentes anteriores como el perteneciente a este Proyecto.

4.2.1 Generador de par

Este aparato se situará a la altura de donde se encuentra la articulación de la rodilla, pues simulará la rodilla del exoesqueleto. Consta de ocho elementos principales como se pueden ver en la figura 4.1.

- Pieza 1. Se trata de un tornillo de rosca
- Pieza 2. Se trata de un disco
- Pieza 3. Se trata de un muelle.
- Pieza 4. Es un cilindro que ira acoplado por dentro del muelle.
- Pieza 5. Se trata de un actuador eléctrico
- Pieza 6. Aquí van colocados el sensor y el controlador.
- Flechas 7. Estas flechas indican el movimiento lineal del actuador.

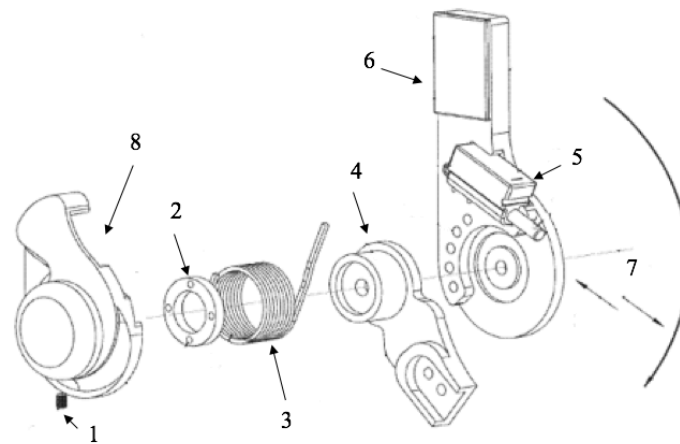


Figura 4.1. Montaje separado por piezas

Fuente: Elaboración propia a partir de Homayoon Kazerooni, Wayne Tung, Don Jin Hyun, Stephen Mckinley, Yoon Jung Jeong, 2018.

Según las figuras 4.2, 4.3 y 4.4 podemos ver cómo se acopla el conjunto de todas estas piezas.

Acoplamiento

La pieza 8 es la mitad de la tapa de la carcasa. En el extremo opuesto estará colocada la otra mitad. A una de las mitades estará conexionada la barra superior del exoesqueleto se sitúa a lo largo del hueso del fémur, en concreto, la mitad que contiene el controlador y el sensor (la colocada más a la derecha en la figura 4.1).

La pieza 2 es una anilla o disco que facilitara el acoplamiento entre el muelle y la carcasa. El disco consta de cuatro agujeros separados equitativamente, donde se colocaran unos tornillos para encajarlo con la mitad de la carcasa correspondiente como se muestra en la figura 4.2.

La pieza 1, el tornillo de rosca, se colocará en la parte inferior de la tapa de la derecha (como se puede ver en la figura 4.2) para dar presión al muelle y así asegurar que queda fijo con respecto a la carcasa.

El actuador o pieza 5, quedará encajado al unir las dos mitades de la carcasa (la carcasa se hará con la forma específica del actuador para que su acople sea el adecuado). El

actuador consta de una barra que se mueve linealmente, como representan las flechas 7, de la figura 4.1. Este movimiento viene controlado por el controlador situado en el lugar donde indica la flecha 6 de la figura 4.1. En función de la señal captada por el sensor también instalado en ese punto, hará que la barra se introduzca hacia dentro o salga.

En la barra del actuador, en el extremo tiene un agujero donde se introducirá uno de los extremos del muelle, pieza 3 de la figura 4.1.

El muelle, pieza 3, tiene dos extremos, el extremo contrario al que se introduce en la barra del actuador, estará acoplado a la barra inferior (barra situada a lo largo de la tibia y el peroné) como muestra la figura 4.1.

El cilindro o pieza 4, ira colocado por dentro del muelle. El diámetro externo de esta pieza es ligeramente mayor que el diámetro externo del muelle, pues se quiere producir un ajuste de apriete entre estas dos piezas. El cilindro incluye una parte donde se engancha a la barra inferior del exoesqueleto, barra situada a lo largo de la tibia. Con lo cual hay dos conexiones con la barra inferior, la del cilindro y la de uno de los extremos del muelle.

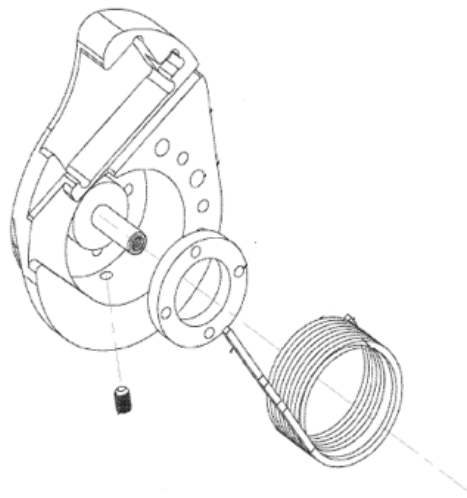


Figura 4.2. Montaje vista desde la izquierda

Fuente: Homayoon Kazerooni, Wayne Tung, Don Jin Hyun, Stephen Mckinley, Yoon Jung Jeong, 2015.

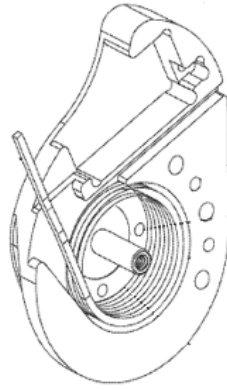


Figura 4.3. Montaje acoplado vista desde la izquierda.

Fuente: Elaboración propia a partir de Homayoon Kazerooni, Wayne Tung, Don Jin Hyun, Stephen Mckinley, Yoon Jung Jeong, 2015.

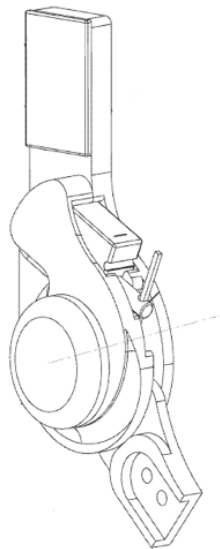


Figura 4.4. Montaje completo acoplado.

Fuente: Homayoon Kazerooni, Wayne Tung, Don Jin Hyun, Stephen Mckinley, Yoon Jung Jeong, 2015.

Funcionalidad

Uno de los extremos del muelle se encuentra acoplado al actuador. De forma que cuando el actuador mueva la barra del extremo del muelle, se producen dos respuestas diferentes, dependiendo si la barra se introduce o sale.

En general, se genera presión entre la superficie externa del cilindro y la superficie interna del muelle. Esta presión genera un par resistivo entre estas dos superficies y consecuentemente entre las barra superior e inferior. Es decir, el par resistivo se crea por

la fricción entre estas dos superficies, que se generan fuerzas de fricción y por tanto dan lugar al par resistivo que será el que ayudara al usuario a necesitar menos fuerza para poder caminar. De manera que las piezas más importantes son el muelle (3) y el cilindro (4), pues estas piezas son las que, por fricción, generan dichas fuerzas que producen el par.

La barra del actuador tiene dos movimientos lineales, como indican las flechas 7 de la figura 4.1. Cuando la barra se introduce, el par aumenta y cuando la barra sale, ocurre lo contrario, el par disminuye.

Sensor y controlador

El sensor y el controlador se encuentran colocados donde indica la flecha 6 de la figura 4.1. El sensor hace contacto con el extremo inferior del muslo. Este mide el ángulo absoluto de la barra superior que recorre el fémur, con respecto a la línea vertical que aparece en la figura 4.5.

Esta señal será enviada al controlador, quien procesara este parámetro y en función de su medida dirigirá al actuador para que realice la función necesaria.

Se establecerán dos valores, uno máximo θ_1 y otro mínimo θ_2 , como indica en la figura 4.5. Estos valores dependerán del usuario, de sus características físicas. Cuando la señal detectada del sensor sea superior que θ_1 , en este caso el actuador hará que la barra se introduzca, de manera que genere el par. Cuanto más recorrido recorra la barra del actuador hacia dentro, mayor será el par generado. Cuando la señal de salida detectada del sensor sea inferior al segundo valor preestablecido, θ_2 , en este caso la barra del actuador sale hacia fuera, de manera que el par disminuye hasta que se hace nulo.

En la patente US2015173929A1 se plantea un análisis más complejo de la señal de salida del sensor. Este comprende un mayor número de estados, mas valores preestablecidos que habría que introducir con anterioridad basándonos en las características del usuario y mayores condiciones.

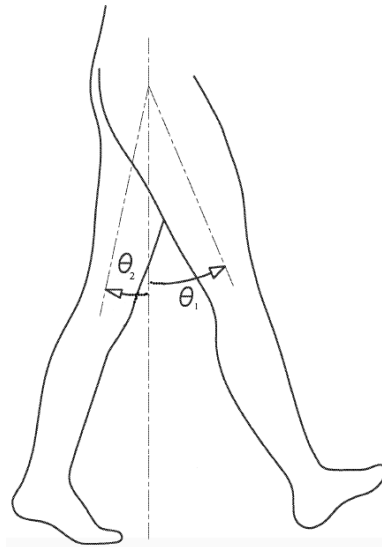


Figura 4.5. Medición de ángulos.

Fuente: Elaboración propia a partir de Homayoon Kazerooni, Wayne Tung, Don Jin Hyun, Stephen Mckinley, Yoon Jung Jeong. 2015.

4.2.2 Acoplamiento a las piernas

El principal objetivo del presente proyecto, busca el diseño de este exoesqueleto, es que sea lo más cómodo posible para el usuario, aparte de su función primordial, que es el de proporcionar ayuda asistida para caminar para este usuario.

Uno de los problemas que se planteaba en las patentes es que todos los exoesqueletos estaban diseñados para poder moverse exclusivamente hacia delante y hacia atrás, como es lógico. Pero también el cuerpo humano realiza ligeros movimientos hacia los lados. Un ejemplo claro sería, cuando giramos en una curva, si el cuerpo humano no se moviese ligeramente hacia los lados, lo que ocurrirá es que solo podríamos andar recto.

Otro problema que se quería solucionar, es la adaptabilidad del exoesqueleto al usuario. Y especialmente en este caso, que están diseñados para niños, quienes crecen rápidamente, pues están en fase de crecimiento. En tan solo unos pocos años, sus extremidades habrán crecido, de manera que el exoesqueleto se les habrá quedado pequeño.

Por eso se ha propuesto un tipo de diseño que soluciona ambos problemas. En todo momento nos hemos centrado en que la invención sea sencilla y simple. La intención no es crear un mecanismo muy aparatoso, sino algo sencillo que solucione los problemas planteados. Otro de los motivos de esta sencillez es que se quiere que sea lo más económico posible. En muchos casos, este tipo de aparato ortopédico suelen ser muy caros, y en consecuencia, no todo el mundo se lo puede permitir. Nuestro objetivo es que sea accesible a la mayoría de la población posible.

Para solucionar estos problemas se han propuesto la implantación en el presente exoesqueleto, las siguientes tres ideas.

4.2.2.1 Colocación de pasadores

Las barras que unen por medio de las articulaciones, cada una, se compone de cinco barras. Estas cinco barras vienen representadas en la figura 4.6. Los pasadores unen las piezas 1 y 2 y también unen las piezas 4 y 5. La unión de los pasadores permite cierto movimiento hacia los lados. Esta idea fue introducida por Kei Shimada y Tatsuya Noda, aparece reflejada en la patente US7429253B2 en 2008. Hay que remarcar que esta idea no ha sido implantada anteriormente en un exoesqueleto con las presentes características.

4.2.2.2 Ajuste de la longitud de las piernas

En este apartado, se expone la idea innovadora con la que se contribuirá a la ampliación tecnológica de los exoesqueletos. Se parte de una base propuesta en la patente, US7429253B2, de la que se harán una serie de modificaciones significantes a las barras que forman el exoesqueleto, que aportarán una clara mejora tanto en los grados de libertad como en lo referente a la comodidad.

La unión de la barra 2 a la 3 permite alargar o acortar la longitud del exoesqueleto para adaptarlo a las características físicas del usuario. Lo mismo ocurre con las barras 4 y 5.¹¹

¹¹ La numeración de las diferentes barras se corresponde con la figura 4.6, excepto que se mencione cualquier numeración dependiente de otra figura.

Las barras 2 y 4, cada una tiene un cilindro sobresaliente en un extremo. El cilindro esta acoplado internamente a dicha barra por medio de un muelle que se aloja en el interior de la misma barra. El muelle inicial mente se encuentra sin elongación, de manera que en esta posición el cilindro queda sobresaliendo de la barra. Cuando se ejerce presión en el cilindro hacia dentro, el muelle se comprime y se crea una fuerza de reacción que se opone a este movimiento, intentado expulsar el cilindro a su posición original. Este acoplamiento se muestra en la figura 4.7, donde el cilindro sobresaliente es la pieza número 4 y el muelle es la pieza número 1.

La barra 2 y 4 se introducen en la barra 3, cada una en un extremo. Dentro de la barra 3 como se contará posteriormente hay una barra situada en el interior, barra número 16 de la figura 4.9. Esta barra lleva colocados dos muelles en cada extremo que hacen contacto con las barras 2 y 4. Estos muelles aparecen representados con el numero 25 en la figura 4.9. La función de los muelles es ejercer presión hacia fuera de la barra. Esta barra 3 lleva en cada extremo una serie de agujeros donde se introducirán los cilindros sobresalientes de las respectivas barras 2 y 4. La existencia de este cilindro sobresaliente hace que queden fijas estas barras, independientemente de la presión que se producen por los muelles internos (25 de la figura 4.9). La idea es que el cilindro se introduzca en el agujero correspondiente, que mantiene la longitud de las barras deseada, en el caso que se quiera modificar esta, hay que presionar el cilindro hacia el interior de la barra 3 y mover la barra 2 o 4 hasta cambiar a un agujero superior o inferior de la barra 3, según se quiera alargar o acortar respectivamente.

Para asegurar que el cilindro no se mueva involuntariamente, una vez colocado en la posición desaseada, se pondrá en su extremo externo una tuerca, cuyo diámetro es mayor que el cilindro e impide que se introduzca este en el interior de la barra 3.

Este sistema de alargamiento es una manera sencilla de alargar o acortar, pues es posible hacerlo en el momento necesario sin necesidad de una tercera herramienta. Si la conexión fuese a través de tornillos, se necesitaría un destornillador siempre que se necesitase cambiar la longitud.

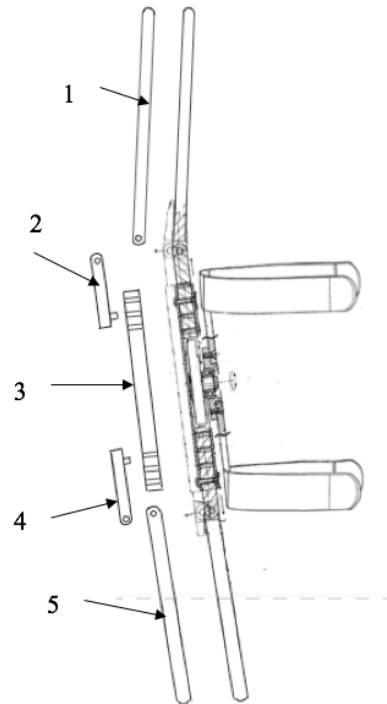


Figura 4.6. Barras que van entre las articulaciones

Fuente: Elaboración propia a partir de Kei Shimada y Tatsuya Noda, 2018.

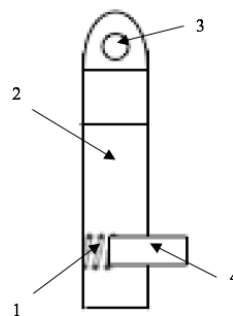


Figura 4.7. Elementos de las barras 2 y 4 de la figura 4.6.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.2.2.3 Unión de los agarres de las piernas a las barras.

En este apartado, se propone una modificación innovadora del agarre de la pierna con las barras del exoesqueleto. Esta modificación supone una idea original que minimiza el uso de barras, suponiendo menos voluminoso y con ello, más cómodo en comparación con el mecanismo de la patente, US7429253B2.

Se ha propuesto un mecanismo que conexiona las barras que soportan el exoesqueleto, con los agarres de las piernas. Este tipo de conexión, aumentará la comodidad del usuario. Muchas veces el agarre a las piernas tiene pocos grados de libertad, de manera que el usuario siente cierta rigidez y, en consecuencia, cierta incomodidad al andar, pues el exoesqueleto no es capaz de seguir el movimiento natural de este.

El acoplamiento completo puede verse en la figura 4.8, y su desglose por piezas se puede apreciar en la figura 4.9. Las principales piezas que forman parte de esta conexión son las siguientes y se muestran en la figura 4.9.

- Pieza 16. Barra lleva un cilindro sobresaliente
- Pieza 28. Barra con ranura en una de sus superficies
- Pieza 26. Rodamiento
- Pieza 21. Pieza que conexiona el agarre y el rodamiento
- Pieza 22. Anilla elástica.

El acoplamiento y funcionamiento en conjunto de estas piezas es el siguiente¹²: La barra 16 ira por dentro de la barra 28. Esta última lleva una ranura en una de sus superficies, por la que circulara el cilindro sobresaliente 15 de la barra 16. La utilidad de este cilindro es la colocación del rodamiento, de forma que la superficie externa del cilindro de la barra hará contacto con la superficie interna del rodamiento 26. Estas dos piezas se diseñarán con un ajuste apretado para asegurar que no haya movimiento relativo entre estas dos superficies. La anilla 22, es una anilla elástica, se coloca en el extremo del cilindro que sobresale de la barra 16, para asegurar que el rodamiento 26 quede fijo y no se mueva de su eje axial. La superficie externa del rodamiento, queda acoplada a la pieza 21, que también quedara con un ajuste de apriete, para el mismo propósito, evitar el movimiento relativo de estas superficies. Esta pieza 21, lleva unos agujeros en cada esquina, por los cuales irán unos tornillos a los que se ajustarán los agarres.

El rodamiento 26 es aquella pieza que permite que haya cierto movimiento entre el agarre y la barra que recorre las piernas. Gracias a este mecanismo, el exoesqueleto es capaz de seguir de una manera más eficaz el movimiento natural del paciente.

¹² Las marcas con las que se designan a los diferentes elementos irán en referencia a la figura 4.9

También, hay colocado dos muelles 25 en ambos extremos de la pieza 16, la primordial función de estos muelles es para el acoplamiento de los cilindros 19 que permiten alargar o acortar la estructura. Además, estos muelles 25 junto con la pieza 16 que circula por el interior de la pieza 14 permiten un cierto movimiento relativo en la dirección de la gravedad. Esto último aumenta el grado de libertad de movimiento del exoesqueleto, de manera que hace más fácil seguir el momento natural del usuario y en consecuencia, le aporta mayor comodidad.

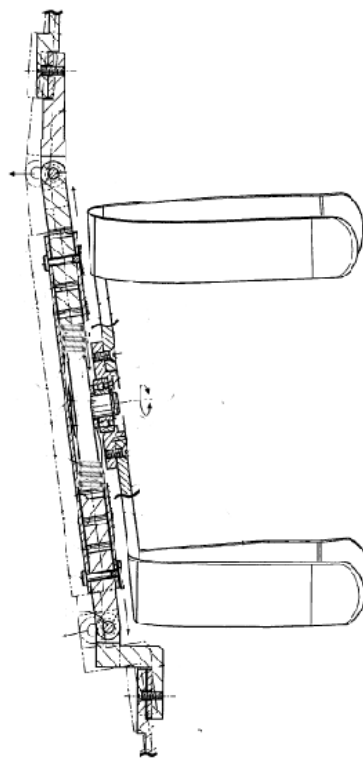


Figura 4.8. Acoplamiento agarres de las piernas

Fuente: Elaboración propia a partir de Kei Shimada y Tatsuya Noda, 2018.

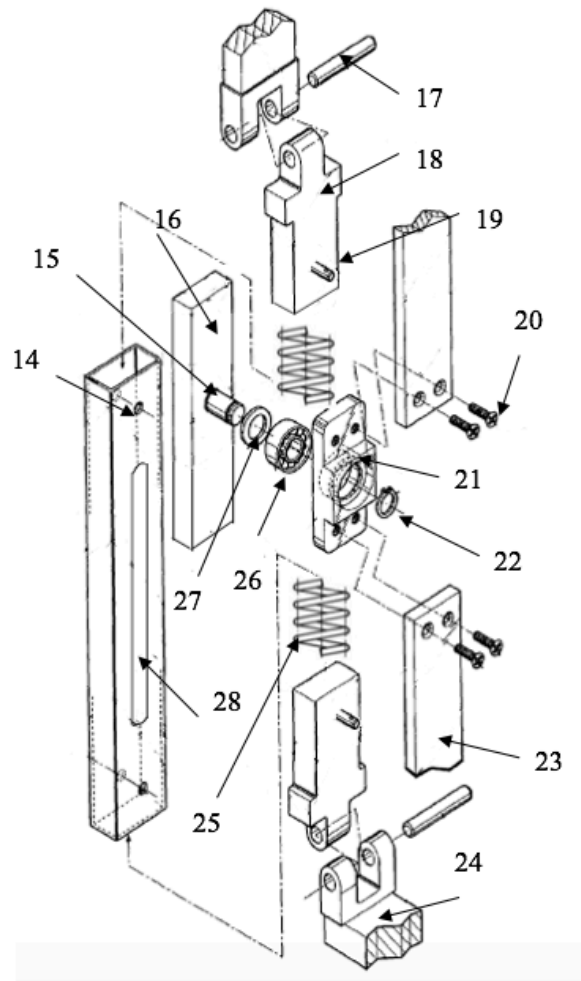


Figura 4.9. Montaje por piezas de los agarres de las piernas
Fuente: Elaboración propia a partir de Kei Shimada y Tatsuya Noda, 2018.

4.3 Mejoras

En este apartado expondremos que ventajas aporta las ideas innovadoras que se han implantado en este exoesqueleto, en comparación con lo existente hasta la fecha. Es decir, se explicará las mejoras que aporta la idea original propuesta que fomentará el desarrollo del ámbito tecnológico en el que se encuentran los exoesqueletos.

El mecanismo propuesto para el acoplamiento de las piernas tiene dos innovaciones en comparación con inventos anteriores. Una es la correspondiente con poder ejercer cierto movimiento a los lados y la otra es mejorar la adaptabilidad de la estructura al usuario.

En general, ambas innovaciones se relacionan con la comodidad del usuario. Son unas mejoras claras de los mecanismos que aparecen en la patente, US7429253B2.

- La primera innovación es la barra que une el agarre del muslo o pierna a la barra, que se sitúa a lo largo esta extremidad. Aparatos más antiguos en lugar de usar dos barras (barra 16 y 28 de la figura 4.9), se usaban tres barras. La barra que correspondería a la 16 estaba unida a la que correspondería con la 28 externamente por medio de tornillos. A esta barra 28 se le unía una tercera barra por unos railes que había en los laterales de la barra 28. Al fin y al cabo, se produce el mismo objetivo, que es tener cierto grado de libertad para mover el enganche con respecto a la estructura. La diferencia era que antes se necesitaban más barras, y en consecuencia suponía ser más aparatoso, además de más voluminoso.

- La segunda innovación corresponde al ajuste de la longitud de las piernas del usuario con las barras de la estructura del exoesqueleto. En aparatos antiguos en lugar del cilindro empleado, se empleaban tornillos que pasaban tanto por los orificios de lo que corresponderían las barras 2 y 3 y 4 y 3 de la figura 4.6. La desventaja de esto era que siempre que se quería ajustar la longitud se necesitaban un destornillador, que como es obvio, no se suele llevar encima. La idea que se plantea en este proyecto es un mecanismo que mediante un muelle permite realizar un ajuste fácil en cualquier momento, sin necesidad de herramientas externas.

También hay que mencionar que el sistema de control del actuador, lleva un sistema más sencillo que el que se propone en la patente US2015173929A1. En este último se propone un análisis más complejo de la señal de salida del sensor. Este comprende un mayor número de estados, mas valores preestablecidos que habría que introducir con anterioridad basándonos en las características del usuario y mayores condiciones. En el propuesto para este aparato en concreto, solo consta de dos valores preestablecidos. De manera que cuando supere el primero, se comenzará a generar el par y cuando sea inferior al segundo se reducirá el par hasta hacerlo nulo.

4.4 Conclusiones

Existen gran variedad de exoesqueletos, y en este capítulo se han expuesto las ideas originales e innovadoras del presente Trabajo que mejoran principalmente las patentes US7429253B2 y US2015173929A1.

Vivimos en un mundo cada vez más competitivo en el que el inventor busca crear nuevos aparatos con los que poder obtener nuevas patentes, pues es su manera de proteger su creación.

El propósito ha sido crear un aparato que fuese simple y sencillo, que satisfaga las necesidades que se buscaban y resolviese los problemas relacionados con la falta de comodidad del usuario. Los mecanismos que se han empleado para solucionar estos problemas se ha intentado que fuese lo más barato posible, de ahí esa simplicidad y sencillez, pues nuestro propósito es que este aparato sea alcanzable para la mayoría de la población posible.

En los siguientes dos capítulos se hará dos análisis, uno cinemático y otro dinámico. Estos estudios nos aportarán información de si es viable aplicar esta invención y de si la estructura será capaz de soportarlo.

Capítulo 5

Análisis Cinemático

5. Análisis Cinemático

5.1 Introducción

En este capítulo se comenzará analizando la anatomía de las extremidades inferiores, tanto huesos como músculos. Se analizarán los giros máximos que pueden realizar las articulaciones involucradas en esta parte del cuerpo. Se hará una breve descripción de la forma de caminar del ser humano y de las distintas etapas de las misma.

Finalmente, se hará un estudio de los ángulos que giraran las articulaciones durante el caminar (ángulos de cada etapa). También se mencionarán algunos de los factores que influyen al andar.

5.2 Anatomía humana

Antes de empezar con el análisis de la marcha y del movimiento de las articulaciones, estudiaremos cuales son las partes de las extremidades inferiores del ser humano. Tendremos que tener cierto conocimiento de estas partes porque el exoesqueleto es un aparato que va a sustituir parte de la funcionalidad de estas extremidades.

Los huesos que serán de importancia para estudiar el caminar de las personas, son sobre todo las articulaciones de la cadera, rodilla y tobillo, y los huesos que conectan estas articulaciones: fémur, tibia y peroné. Todos estos huesos vienen mostrados en la figura 5.1. El exoesqueleto tendrá una serie de articulaciones que asemejaran las del cuerpo humano y una serie de soportes que actuaran en el lugar del fémur, peroné y tibia.

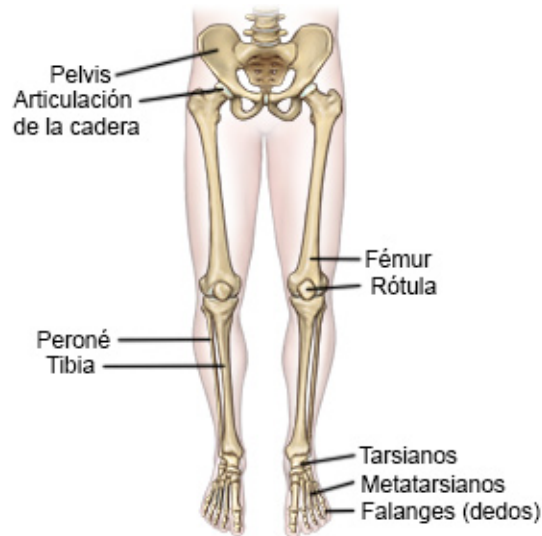


Figura 5.1. Huesos de las extremidades inferiores de un adulto

Fuente: drugs.com, 2000-2018

También es importante conocer cuáles son los músculos que rodean los huesos de las extremidades inferiores. Pues cierto es que los huesos aportan la estabilidad necesaria para mantenerse de pie, pero los músculos son los que proporcionan la fuerza necesaria para poder efectuar el movimiento. Es decir, poder flexionar y extender la pierna para poder dar pasos y así andar. Estos músculos vienen mostrados en la figura 5.2.



Figura 5.2. Músculos de las extremidades inferiores de un adulto.

Fuente: Educa.net, 2012.

Para describir el movimiento del cuerpo humano se definen los planos anatómicos, los cuales vienen representados en la figura 5.3. Estos planos son:

- Plano frontal: Divide el cuerpo en una parte anterior y en otra posterior. El movimiento en este plano se llama abducción-aducción.

- Plano transversal: Divide el cuerpo en una parte superior y en otra inferior. El movimiento de la cadera y el tobillo en este plano es una rotación interna y otra rotación externa.
- Plano sagital: Divide el cuerpo en una parte derecha y en otra izquierda. El movimiento en este plano es un movimiento de flexión y extensión.

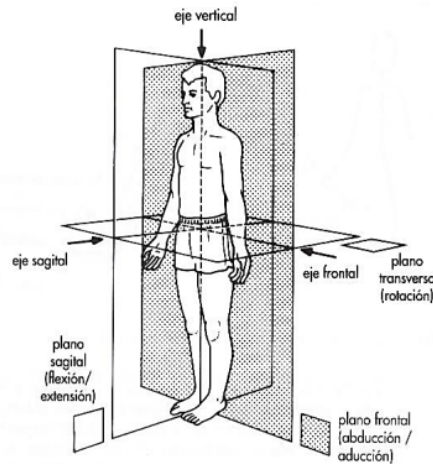


Figura 5.3. Planimetría del cuerpo humano.

Fuente: definicionabc.com, 2007-2018

En la figura 5.4 se muestran los ángulos máximos que son capaces de realizar las articulaciones de la cadera, rodilla y tobillo. Hay que distinguir entre los ángulos máximos que puede hacer la articulación y los ángulos que recorre cada articulación durante la marcha. Estos últimos vienen analizados en el apartado 5.4.

Articulación	Movimiento	Máximo
Cadera	Flexión	145°
	Extensión	30°
	Abducción	60°
	Aducción	31°
	Rot. Interna	60°
	Rot. Externa	30°
Rodilla	Extensión	10°
	Flexión	120°
Tobillo	Extensión	50°
	Flexión	30°
	Abducción	25°
	Aducción	25°

Figura 5.4. Rangos de movimiento de cada articulación.

Fuente: Pérez Marcial, F, 2018.

5.3 Breve descripción de la marcha

Según describe el Dr. Pedro Vera Luna en su libro “Biomecánica de la Marcha Humana normal y patológica”, la marcha normal se podría describir como “una serie de movimientos alternantes, rítmicos, de las extremidades y del tronco que determinan un desplazamiento hacia adelante del centro de gravedad”.¹³

El inicio se establece en el momento en el que el talón de uno de los pies hace contacto con el suelo y finaliza con el próximo contacto del talón del mismo pie. Normalmente la marcha se divide en dos fases:

- La fase de apoyo: fase que aporta el impulso necesario para efectuar el siguiente paso y proporciona estabilidad. Esta fase tiene lugar cuando el pie hace contacto con el suelo.
- La fase de balanceo. Esta fase tiene lugar cuando el pie no hace contacto con el suelo.

Durante el caminar estas dos fases se van alternando. También es posible distinguir una tercera fase, denominada la fase de doble apoyo, que tiene lugar cuando los dos pies hacen contacto con el suelo. La ausencia o presencia de esta fase es la que hace la diferencia entre correr y caminar. En la figura 5.5, se muestra una imagen y un esquema de las distintas fases de la marcha.

¹³ Dr. Pedro Vera Luna del Instituto de Biomecánica de Valencia.

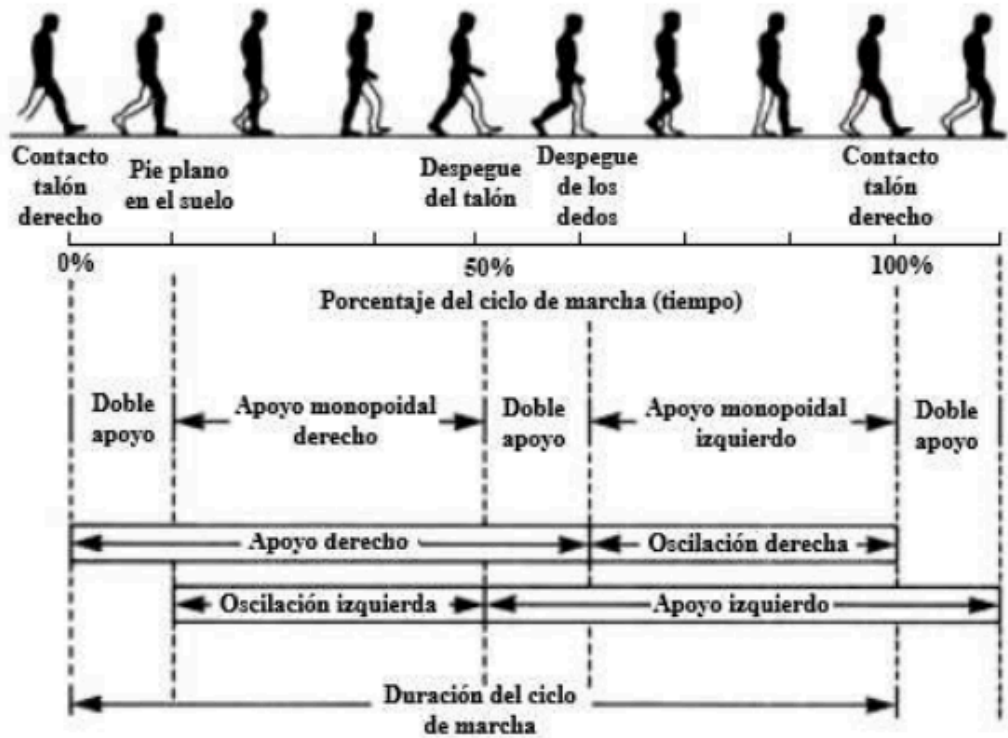


Figura 5.5. Representaciones gráficas de las principales fases de la marcha humana.

Fuente: Irving Álvarez Loya, 2017

Fase de apoyo

Esta fase tiene una duración del 60% de ciclo total, y se pueden apreciar 5 intervalos dentro de esta fase, los cuales son:

- El momento en el que el talón hace contacto con el suelo.
- Apoyo planar: Cuando el peso de todo el cuerpo es soportado por el pie, es decir, cuando la parte anterior del pie toca el suelo.
- Apoyo medio: cuando el trocánter mayor se está alineado verticalmente con el suelo.
- Elevación el talón. Cuando todo el peso se transmite al ante pie, es decir cuando el talón deja de tocar el suelo.
- Despegue del pie. Cuando los dedos del pie dejan de tocar el suelo.

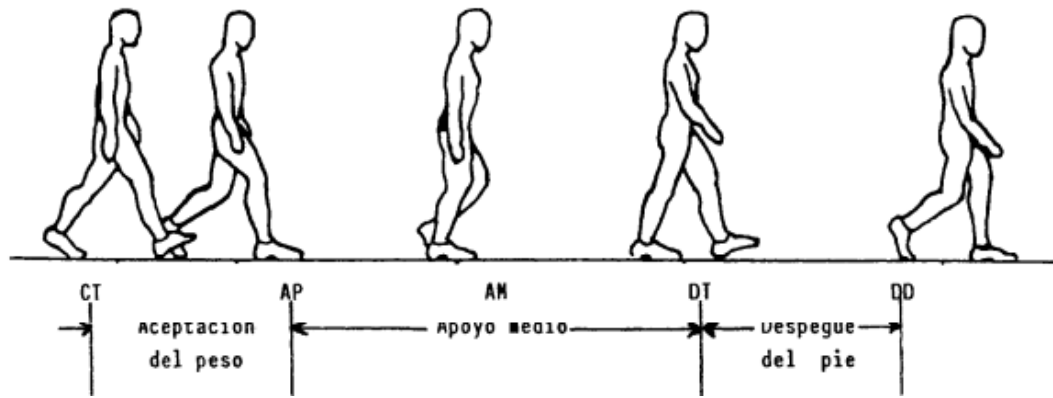


Figura 5.6. Subdivisiones de la fase de apoyo.

Fuente: oandplibrary.org, 2018.

Fase de balanceo

Esta fase supone un 40% del ciclo, se divide en tres intervalos, los tres duran aproximadamente lo mismo por igual, es decir, cada intervalo supone un tercio de la fase. Estos intervalos son los siguientes:

- **Aceleración:** se produce una rápida aceleración del extremo de la pierna justo después de que los dedos del pie dejan el suelo.
- **Balanceo medio:** la pierna que se está moviendo sobrepasa la pierna que se encuentra apoyada en el suelo.
- **Deceleración:** la pierna reduce la velocidad gradualmente hasta que toca el suelo.

En la figura 5.7 se muestra las subdivisiones de esta fase.

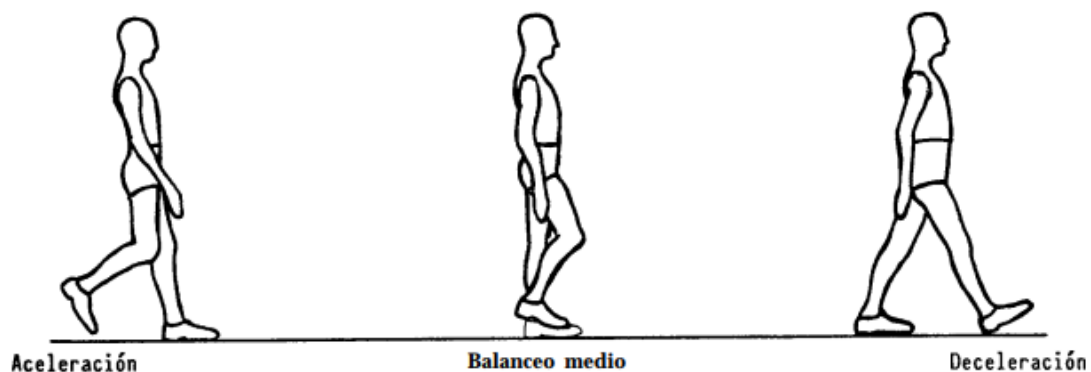


Figura 5.7. Subdivisiones de la fase de balanceo.

Fuente: oandplibrary.org, 2018.

5.4 Análisis cinemático de las articulaciones

El objetivo es lograr que el exoesqueleto que se va a diseñar sea capaz de poder seguir la forma de caminar del usuario que lo lleve puesto.

Para que el usuario se sienta cómodo con el aparato ha de seguir su forma natural de andar. Para poder lograrlo hay que hacer un estudio previo de cómo funciona cada parte, es decir cómo trabaja cada articulación que se encuentra en la pierna y que gracias a sus movimientos permite andar.

De manera que cuando ya conocemos como se efectúa la marcha al caminar y cuánto dura cada fase, se analizara en detalle cómo se mueven las articulaciones, cuáles son sus rangos de trabajo durante el ciclo total del andar, en concreto los ángulos que recorre cada una de estas articulaciones.

5.4.1 Intervalo 1

Se analizarán por separado el movimiento de las tres articulaciones que forman parte de la pierna desde que el talón del pie hace contacto el suelo hasta que el pie tiene su punto de apoyo medio en el suelo.

- Tobillo. El tobillo comienza en posición neutra (0°). En la posición intermedia entre la dorsiflexión y la flexión planar. Esta articulación inicia su movimiento en la dirección de la flexión planar (unos 15° de la posición neutra a la posición flexión planar) y finalmente el tobillo se coloca a unos 5° de la posición de dorsiflexión. Esta evolución se muestra en la figura 5.8.

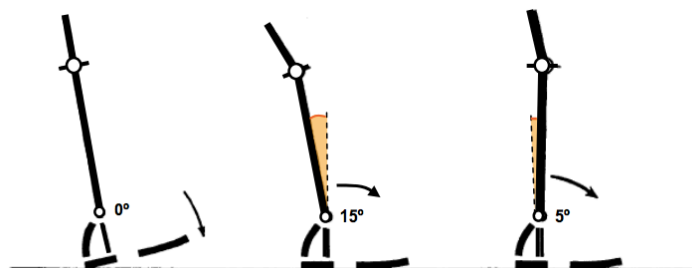


Figura 5.8. Estudio cinemático del tobillo en el Intervalo 1 de la marcha.

Fuente: Irving Álvarez Loya, 2017

- Rodilla. En el comienzo la rodilla está completamente extendida (0°). El siguiente movimiento consiste en la flexión progresiva de la rodilla hasta que la planta del pie se encuentre completamente tocando el suelo, en este proceso la rodilla se ha flexionado unos 20° . Continuación empieza a extenderse, al final de este intervalo la rodilla tiene un ángulo de flexión de 10° . Esta evolución se muestra en la figura 5.9. En la siguiente etapa continuara extendiéndose.

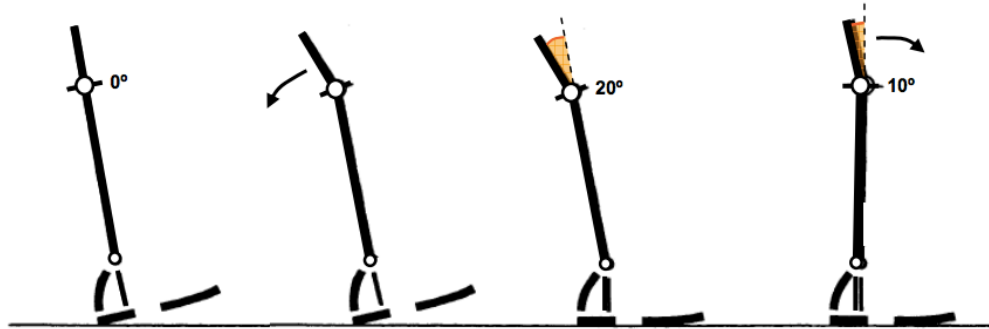


Figura 5.9. Estudio cinemático de la rodilla en el Intervalo 1 de la marcha.

Fuente: Irving Álvarez Loya, 2017

- Cadera. En el momento de contacto del talón con el suelo la cadera se encuentra unos 30° de flexión. La cadera empezara a extenderse reduciendo el ángulo poco a poco hasta que se haga 0° . Esta evolución se muestra en la figura 5.10.

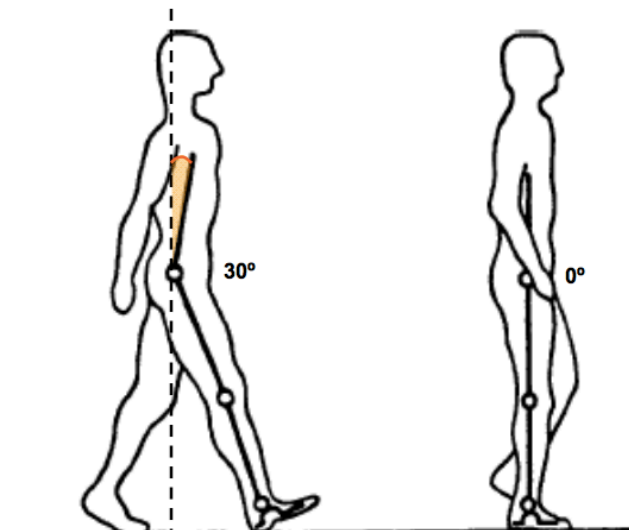


Figura 5.10. Estudio cinemático de la cadera en el Intervalo 1 de la marcha.

Fuente: Irving Álvarez Loya, 2017

5.4.2 Intervalo 2

Se analizarán por separado el movimiento de las tres articulaciones que forman parte de la pierna desde el apoyo medio hasta el despegue del pie del suelo.

- Tobillo. El tobillo pasa a estar a 5° de dorsiflexión. Esta articulación se seguirá moviendo en esta dirección hasta colocarse a 20° de flexionar planar, es decir en total ha recorrido unos 35° . Esta evolución se muestra en la figura 5.11.

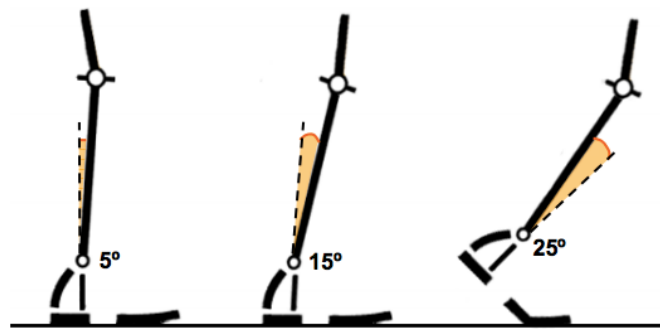


Figura 5.11. Estudio cinemático del tobillo en el Intervalo 2 de la marcha.

Fuente: Irving Álvarez Loya, 2017

- Rodilla. En el inicio de este intervalo la rodilla está a 10° de flexión y continúa flexionándose hasta que complete casi unos 40° de flexión. Esta evolución se muestra en la figura 5.12.

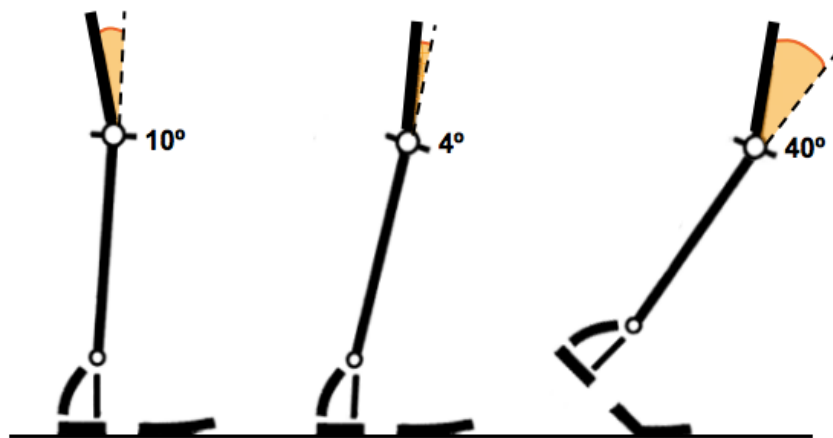


Figura 5.12. Estudio cinemático de la rodilla en el Intervalo 2 de la marcha.

Fuente: Irving Álvarez Loya, 2017

- Cadera. esta articulación al comienzo de esta fase se encuentra a 0° comenzándose a moverse en dirección a la extensión, hasta alcanzar un máximo de hiperextensión de unos 20° . Esta evolución se muestra en la figura 5.13.

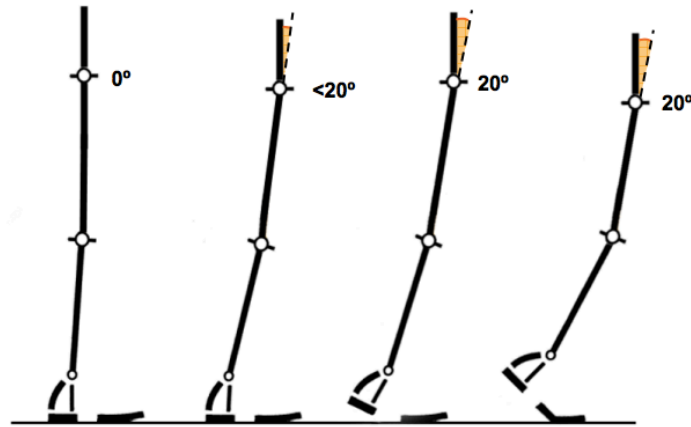


Figura 5.13. Estudio cinemático de la cadera en el Intervalo 2 de la marcha.

Fuente: Irving Álvarez Loya, 2017

5.4.3 Intervalo 3

Se analizarán por separado el movimiento de las tres articulaciones que forman parte de la pierna durante la etapa de balanceo.

- Tobillo: El pie cambia de su posición inicial de flexión plantar al separarse del suelo hasta una posición neutra (0° que mantiene durante toda esta etapa)
- Rodilla: la rodilla al inicio de esta etapa se encuentra a unos 40° y se ira flexionando hasta alcanzar un máximo de unos 65° .
- Cadera. Esta articulación comienza en una posición de 0° y se flexiona hasta alcanzar unos 30° donde permanecerá.

La evolución de las tres articulaciones viene mostrada en la figura 5.14

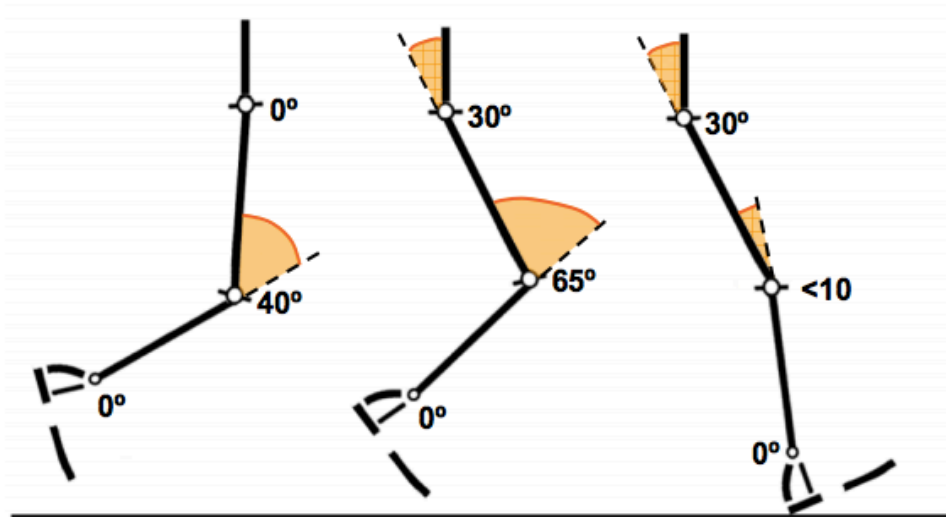


Figura 5.14. Estudio cinemático del tobillo, de la rodilla y de la cadera en el Intervalo 3 de la marcha

Fuente: Irving Álvarez Loya, 2017

En la figura 5.15 se muestra un gráfico de la evolución de los ángulos que recorren las articulaciones involucradas durante el proceso de andar (cadera, rodilla y tobillo).

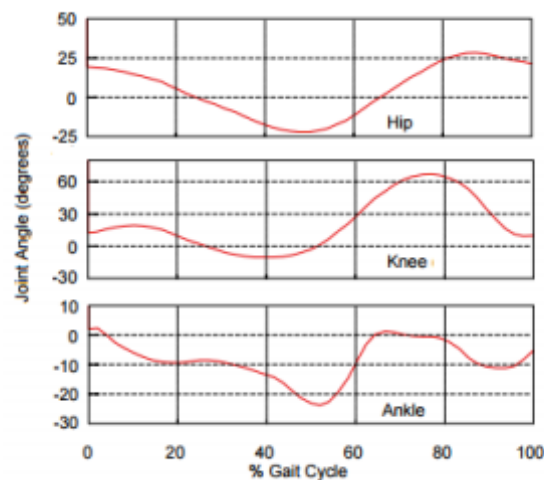


Figura 5.15. Ángulos de las articulaciones a lo largo de un paso.

Fuente: José María Samaniego L'Huillier, 2016.

5.5 Factores que afectan la marcha

También hay que estudiar qué factores pueden afectar a la marcha de una persona cuando camina. Si somos conscientes de aquellas cosas que pueden interferir en la manera de andar de las personas, entonces seremos capaces de realizar aparatos ortopédicos que sea

más eficaces. No solo que puedan seguir el movimiento de una manera más natural, sino que incluso puedan modificar todos aquellos factores que puedan alterar negativamente el andar de una persona y mejorarlos o llegar a eliminarlos. Así lograremos mejor el seguimiento del anda e incluyo a corregir formas erróneas de caminar. Se comentarán los factores más importantes, los cuales serán clasificados en tres grupos:

5.5.1 Factores extrínsecos.

El tipo de suelo en el que se camina es uno de los factores que modifican la forma de andar. No es lo mismo caminar sobre arena, cemento, acera, etc. Somos conscientes de que si caminamos sobre arena tendremos que hacer más esfuerzo que si caminamos sobre la acera de la calle.

Otro factor es la pendiente de la superficie en la que caminemos. Si ascendemos alguna pendiente será más costoso que si la descendemos. También ocurre lo mismo cuando subimos o bajamos las escaleras. En el primer caso ejercemos más esfuerzo que en el segundo.

También la ropa que llevamos afecta a la forma de caminar, en este punto viene incluido el tipo de calzado que se usa. No es lo mismo usar un zapato de deporte que unos tacones. También es cierto que si llevas más ropa, estas cargando más peso y, en consecuencia, caminar cuesta ligeramente un poco más. Además, hay que tener en cuenta si la persona se está cargando un objeto pesado, pues será un factor que influirá a la hora de caminar.

5.5.2 Factores intrínsecos

Este tipo de factores son aquellos que tiene que ver con la persona. Dentro de este grupo viene incluido la edad. Los ancianos caminan más lento, pues sus músculos y huesos con el paso del tiempo se han deteriorado y no funcionan adecuadamente.

También es influyente las características físicas de las personas, las personas altas tienen piernas más largas con lo cual en un paso pueden recorrer una distancia relativamente grande. Es decir, en comparación con una persona más bajita, es posible que esta segunda de dos pasos en lo que la primera da solo uno. Por eso, las mujeres suelen andar más

lento, al ser anatómicamente más pequeñas, sus extremidades inferiores también lo son y en consecuencia tienden a andar más lento. Pero como en todo hay excepciones, pues hay mujeres más altas que algunos hombres.

5.5.3 Factores patológicos

En este grupo se incluirían todas aquellas personas que padecen algún tipo de enfermedad que hace que sus extremidades sean más débiles y entonces su marcha no sea tan efectiva. También se incluye gente que por algún accidente padezca algún tipo de lesión que le impida andar correctamente.

5.6 Conclusiones

En este capítulo se ha analizado especialmente los ángulos que recorren las articulaciones que forman parte de las extremidades. Tras haber analizado todos estos apartados mediante las patentes estudiadas, conoceremos bien cómo funciona.

A lo largo de este capítulo se ha analizado como se mueven las piernas de una persona para poder andar correctamente.

El primer propósito de este apartado es averiguar si la invención a la que se ha llegado puede ser implantada en el exoesqueleto de acuerdo con el movimiento natural del ser humano. El segundo propósito es la necesidad de los datos que aporta este capítulo para el posterior uso en el siguiente, donde se analizarán las fuerzas y momentos a los que la estructura se enfrentará.

Capítulo 6

Análisis Dinámico

6. Análisis Dinámico

6.1 Introducción

En este capítulo, se hará un análisis dinámico de las fuerzas y pares que deberá soportar la estructura del exosqueleto. Para ello es preciso que antes, se haya estudiado los casos críticos.

Así, en el capítulo anterior se expuso un análisis cinemático. En ese capítulo, aparte de explicar la marcha humana, también se explica los ángulos que recorren las distintas articulaciones que forman parte de las extremidades inferiores. Pues estos, son datos de vital importancia para poder calcular los pares.

Sin embargo, antes de calcular los pares, se necesitarán los centros de gravedad de las extremidades. Una vez calculados, se procederá a realizar los cálculos en las posiciones más críticas del anda humana. Pues deberemos asegurar que la estructura es capaz de soportar dichas fuerzas y pares.

Todas estas fuerzas serán calculadas para un niño. Es decir, las dimensiones y pesos de las extremidades se aproximarán a las de un niño.

6.2 Calculo de fuerzas que actúan en el cuerpo humano

El exoesqueleto se diseñará para que lo utilicen niños que padecen PCI. A diferencia de los adultos, los niños, de un año para otro cambian sus características morfológicas, especialmente su altura y peso, pues están en su época de crecimiento. Estos cambios se pueden observar en la figura 6.1, tabla de la organización mundial de la salud (OMS) que recoge las alturas y pesos de niños de entre 5 años a 8 años.

Edad (años)	Peso Medio (Kg)	Altura (m)
5	18,03	1,06
6	19,91	1,13
7	22	1,19
8	23,56	1,23

Figura 6.1. Peso y altura de niños**Fuente:** Tabla de la OMS, 2018.

Todos los cálculos se harán para un niño de 7 años, cuya altura y peso son 1,19 metros y 22 kilogramos respectivamente (datos cogidos de la figura 6.1). A continuación, usaremos los datos que aparecen en la figura 6.2, procedentes de Assessment, 2nd edition. Chicago, IL: American Dietetic. Estos datos nos aportan los porcentajes de peso que supone cada extremidad. Así podremos calcular el peso de cada extremidad y las reacciones de estas.

Partes del cuerpo	Porcentaje (%)	Peso para un niño de 7 años (22kg)
Tronco sin miembros	50	11
Mano	0,7	0,154
Antebrazo con la mano	2,3	0,506
Antebrazo sin la mano	1,6	0,352
Parte superior del brazo	2,7	0,594
Brazo completo	5	1,1
Pie	1,5	0,33
Parte inferior de la pierna con el pie	5,9	1,298
Parte inferior de la pierna sin el pie	4,4	0,968
Muslo	10,1	2,222
Pierna completa	16	3,52

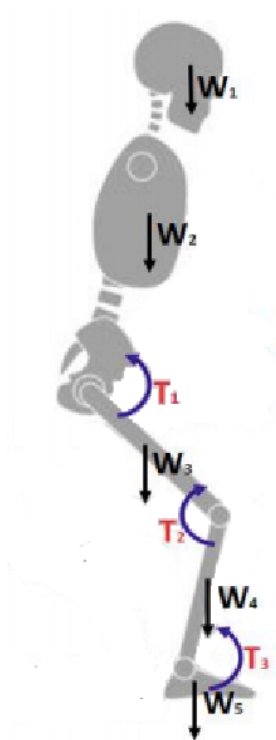
Figura 6.2. Porcentaje de peso corporal correspondiente a partes específicas del cuerpo.**Fuente:** Assessment, 2nd edition. Chicago, IL. American Dietetic, 2017.

Con lo cual, para un niño de unos 7 años con un peso de 22 Kg los pesos de cada extremidad quedan distribuidos como indica la figura 6.3.

Parte superior	
Cabeza	1,76 Kg
Mano	0,132 Kg
Brazo	0,352 Kg
Antebrazo	0,594 Kg
Parte Media	
Tronco	11 Kg
Parte Inferior	
Muslo	2,222 Kg
Pierna	0,968 Kg
Pie	0,33 Kg

Figura 6.3. Peso corporal correspondiente a partes específicas del cuerpo de un niño con un peso de 22 Kg

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Las fuerzas que se producen por el propio peso del niño, se pueden apreciar en la figura 6.4. Los valores de estos pesos son los siguientes:

$$W_1 = 1,76 \text{ Kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 17,27 \text{ N}$$

$$W_2 = 12,08 \text{ Kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 118,5 \text{ N}$$

$$W_3 = 2,22 \text{ Kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 21,78 \text{ N}$$

$$W_4 = 0,968 \text{ Kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 9,5 \text{ N}$$

$$W_5 = 0,33 \text{ Kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 3,24 \text{ N}$$

Los últimos tres datos (W_3 , W_4 y W_5), se multiplicarán por dos, pues solo se ha tenido en cuenta el peso de una de las piernas.

El peso total del niño será el siguiente:

$$W_{total} = 22 \text{ Kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 215,82 \text{ N}$$

Se hará un supuesto de que el exoesqueleto tendrá un peso total de 8 Kg.

Figura 6.4 Distribución de las reacciones de cada extremidad.

Fuente: Elaboración propia a partir de Irving Álvarez Loya, 2018.

En la figura 6.5, se muestra la distribución de pesos que supone el exoesqueleto.¹⁴

$$A_1 = 3 \text{ Kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 29,43 \text{ N}$$

$$A_2 = 1,5 \text{ Kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 19,62 \text{ N}$$

$$A_3 = 1 \text{ Kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 9,81 \text{ N}$$

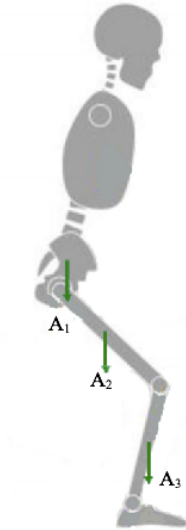


Figura 6.5 Distribución de las reacciones de los elementos del exoesqueleto

Fuente: Elaboración propia a partir de Irving Álvarez Loya, 2018.

Los últimos dos datos (A_2 y A_3), se multiplicarán por dos, pues hay que tener en cuenta el peso del exoesqueleto de las dos piernas. El peso del exoesqueleto total será el siguiente:

$$A_{total} = 8 \text{ Kg} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 = 78,48 \text{ N}$$

6.3 Cálculo de la resultante

Para el cálculo de la resultante, tendremos en cuenta tanto el propio peso del usuario como el peso de la estructura del exoesqueleto. Estos datos son 22 Kg y 8 Kg respectivamente. Supone un total de 30 Kg.

¹⁴ En las reacciones A, vienen incluidos los pesos de los actuadores, barras y el peso que suponen también las articulaciones.

La resultante se divide en dos apoyos (cada pie e un apoyo), esta reacción del suelo es N_1 y N_2 , como muestra la figura 6.6, cuyos valores son iguales y de magnitud 147,15 N. Esta resultante es la que hay cuando el usuario se encuentra apoyado con los dos pies. En la fase de balanceo, la persona estará con un solo apoyo y en consecuencia solo habrá una reacción, con un valor de 294,3 N.



Figura 6.6. Reacciones del suelo.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

6.4 Determinación de las dimensiones y la ubicación del centro de gravedad.

Para poder calcular los momentos torsionales que hay en cada articulación, debemos conocer el centro de gravedad de cada extremidad y las dimensiones de cada una. En la figura 6.7 podemos ver la posición del centro de gravedad de cada extremidad. En la figura 6.8 podemos ver las dimensiones de las extremidades en función de la altura total del usuario. En nuestro caso la altura del niño es de 1,19 metros.

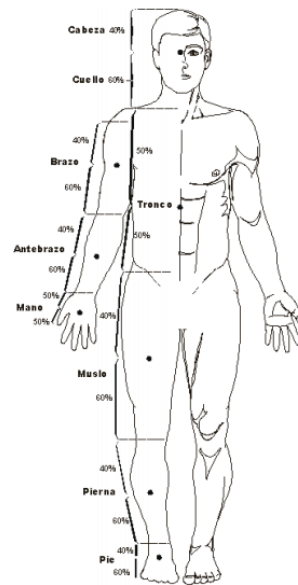


Figura 6.7. Localización del centro de gravedad para cada segmento del cuerpo.

Fuente: Kinesiology: Scientific Basis of Human Motion. 7ma. Ed. (pag. 400), por K. Luttgens & K.F. Wells, 1982, Philadelphia: Saunders College Copyright 1982 por: Saunders

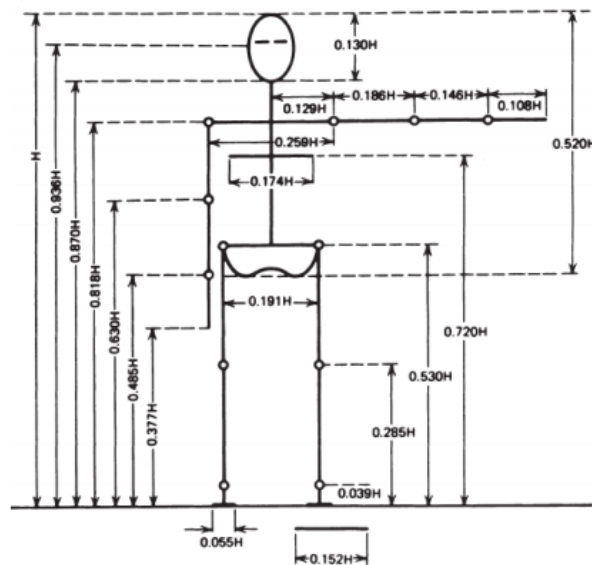


Figura 6.8. Dimensiones de cada extremidad

Fuente: Irving Álvarez Loya, 2017.

La figura 6.9, representa una tabla con las dimensiones y la posición del centro de gravedad para un niño con una altura de 1,19 metros.

Parte	Dimensión	Centro de gravedad
Tobillo	0,0464	0,018564
Pierna	0,2927	0,117096
Muslo	0,2425	0,098056

Torso	0,4831	0,24157
Cabeza	0,21658	0,086632

Figura 6.9. Dimensiones y centro de gravedad de algunas extremidades.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En los datos de la dimensión y centro de gravedad de la cabeza, también viene incluido los datos del cuello. Además, en la figura 6.7 para calcular el centro de gravedad de estas dos extremidades, el cálculo está hecho en su conjunto.

6.5 Movimientos torsionales

En este apartado calcularemos los momentos torsionales que tienen lugar en cada articulación en las posiciones más críticas durante el anda humana. Nos centraremos por separado en los momentos torsionales de cada articulación.

6.5.1 Momento torsional 1. Articulación de la cadera.

CASO 1. Se ha escogido un caso crítico. Cuando el tronco superior forma un ángulo de 90° grados con respecto a las piernas, tal y como se muestra en la figura 6.10.

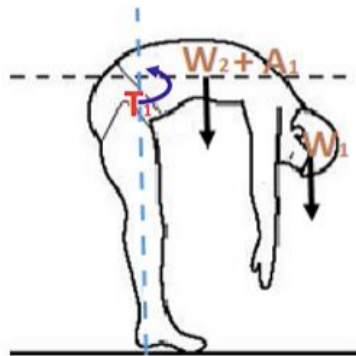


Figura 6.10. Reacciones. Posición de 90 grados entre piernas y tronco.

Fuente: Elaboración propia a partir de Irving Álvarez Loya, 2018.

Se tendrá en cuenta el peso de la estructura, que abarca de la cadera hacia arriba. También se tendrá en cuenta el peso de la cabeza y del tronco. Los cálculos son los siguientes:

$$T_1 = (W_2 + A_1) \cdot 0,24157 + W_1 \cdot 0,53455$$

$$T_l = (118,5+29,43) \cdot 0,24157 + 17,27 \cdot 0,53455$$

$$T_l=44,97 \text{ N.m}$$

CASO 2. En esta posición la pierna y el muslo hacen un ángulo de 90°, como se muestra en la figura 6.11.



Figura 6.11. Reacciones. Posición de 90° entre muslo y pierna.
Fuente: Elaboración propia a partir de Irving Álvarez Loya, 2018.

En este caso solo hay que tener en cuenta los pesos de una de las piernas y de la estructura que recorre solo una pierna. Pues la distancia perpendicular de los pesos de la otra pierna y la estructura de la otra pierna a la cadera es cero. Se tendrán en cuenta los pesos de los muslos, pierna y pie del usuario y el peso del exoesqueleto que recorre la pierna objeto de cálculo. Los cálculos son los siguientes:

$$T_l = (W_3+A_3) \cdot 0,098056 + (W_4+A_2) \cdot 0,2425 + W_5 \cdot 0,2425$$

$$T_l = (21,78 + 9,81) \cdot 0,098056 + (9,5+19,62) \cdot 0,2425 + 3,24 \cdot 0,2425$$

$$T_l=10,94 \text{ N.m}$$

CASO 3. En esta posición, se encuentran las dos piernas estiradas completamente haciendo un ángulo de 90 grados entre ellas. Tal y como muestra la figura 6.12.

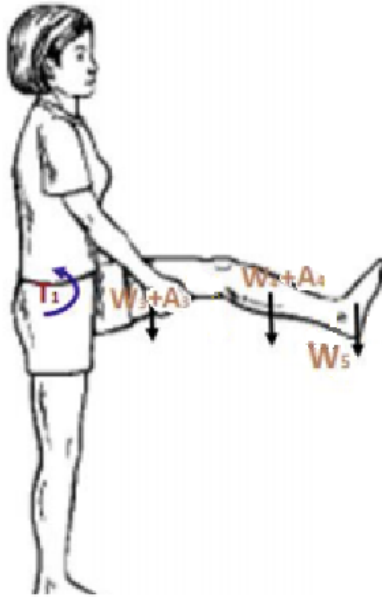


Figura 6.12. Reacciones. Posición de 90° entre las dos piernas estiradas.

Fuente: Elaboración propia a partir de Irving Álvarez Loya, 2018.

Al igual que en el caso anterior solo hay que tener en cuenta los pesos de una sola pierna y de la estructura que recorre dicha pierna, por la misma razón. Pues las distancias perpendiculares a los pesos de la otra pierna son cero. Los cálculos son los siguientes:

$$T_1 = (W_3+A_3) \cdot 0,098056 + (W_4+A_4) \cdot 0,3596 + W_5 \cdot 0,3782$$

$$T_1 = (21,78 + 9,81) \cdot 0,098056 + (9,5+19,62) \cdot 0,3596 + 3,24 \cdot 0,3782$$

$$T_1=14,79 \text{ N.m}$$

6.5.2 Momento torsional 2. Articulación de la rodilla

En este apartado el caso crítico estudiado será cuando las dos piernas hagan un ángulo de 90° con los dos muslos (sería el equivalente a la posición sentada, pero sin recaer el peso en ninguna superficie). Esta posición se muestra en la figura 6.13.

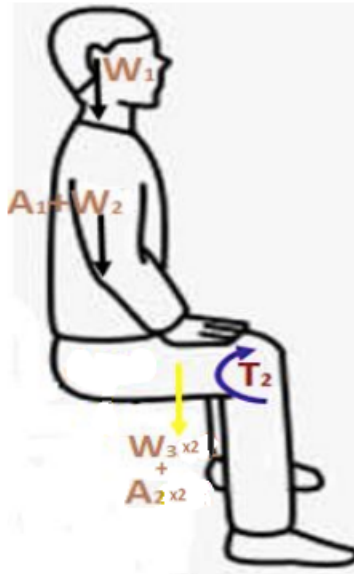


Figura 6.13. Reacciones. Posición de 90° entre las dos piernas y los dos muslos.

Fuente: Elaboración propia a partir de Irving Álvarez Loya, 2018.

En este caso habrá que tener en cuenta los pesos de la cabeza, torso y de los dos muslos, además de la parte de la estructura del exoesqueleto que recorre esas partes, es decir, A_1 y A_2 . Pero hay que tener en cuenta que la reacción A_2 hay que multiplicarla por dos. Los cálculos son los siguientes:

$$T_2 = W_1 \cdot 0,2425 + (A_1 + W_2) \cdot 0,2425 + (W_3 + A_2) \cdot 0,1455 \cdot 2$$

$$T_2 = 17,27 \cdot 0,2425 + (29,43 + 118,5) \cdot 0,2425 + (21,78 + 19,62) \cdot 0,1455 \cdot 2$$

$$T_2 = 52,12 \text{ N.m}$$

6.5.3 Momento torsional 3. Articulación de la rodilla.

En este apartado la posición más crítica, es aquella que supone mayor distancia posible perpendicular del centro de gravedad de las distintas extremidades al tobillo. Se ha podido identificar esta postura gracias al estudio de ángulos y posiciones que se hizo en el capítulo 5, donde se expone un estudio cinemático. Esta postura se muestra en la figura 6.14.

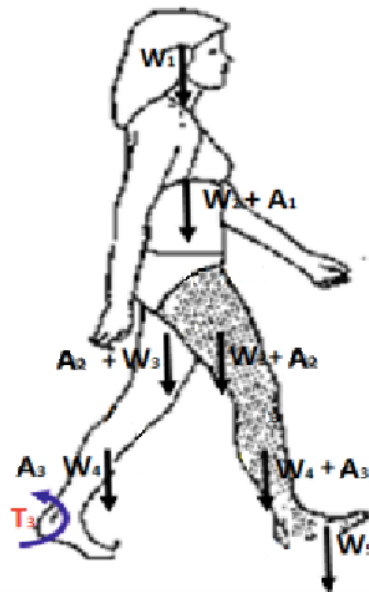


Figura 6.14. Reacciones. Posición crítica para la articulación del tobillo.
Fuente: Elaboración propia a partir de Irving Álvarez Loya, 2018.

En este caso hay que tener en cuenta todas las reacciones, excepto el propio peso del tobillo donde se está calculando el par. Al ser un caso en el que intervienen muchas reacciones, en las que influyen los distintos ángulos en los que se encuentran posicionadas las distintas extremidades, se mostraran en las figuras 6.15, 6.16 y 6.17, los ángulos y distancias de los mismos. Así con las imágenes se muestra claramente cuales son distancias importantes para dicho calculo.

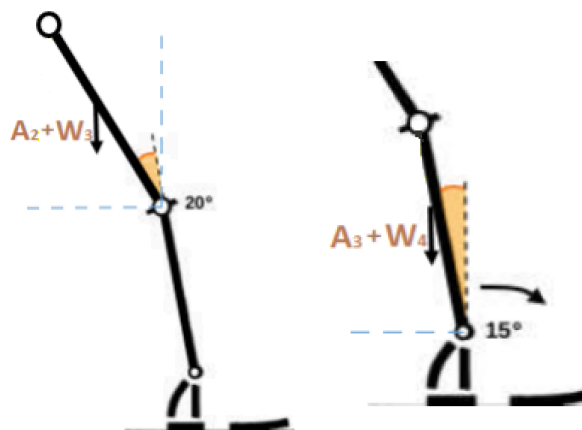


Figura 6.15. Ángulos y reacciones de la extremidad adelantada.
Fuente: Elaboración propia a partir de Irving Álvarez Loya, 2018.

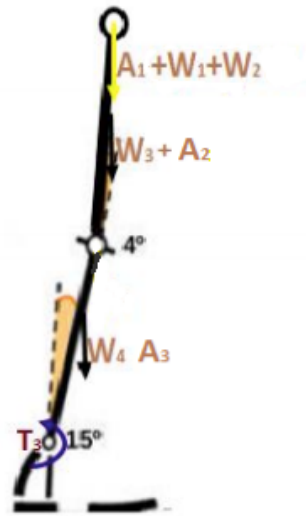


Figura 6.16. Ángulos y reacciones de la extremidad atrasada.
Fuente: Elaboración propia a partir de Irving Álvarez Loya, 2018.

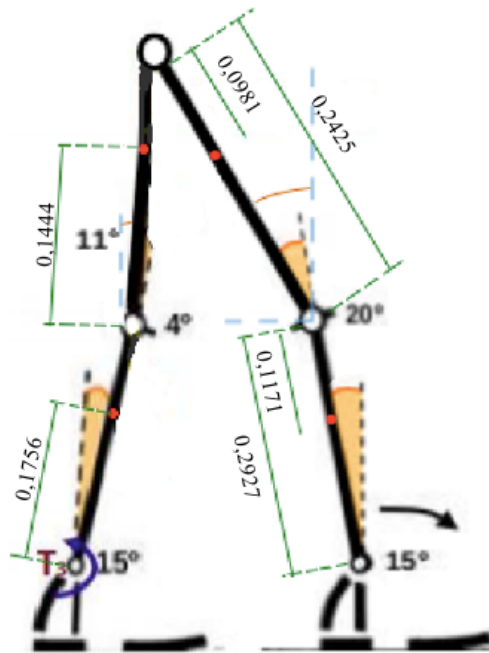


Figura 6.17. Ángulos y distancias de las dos extremidades en la posición crítica.
Fuente: Elaboración propia a partir de Irving Álvarez Loya, 2018.

Los cálculos son los siguientes:

$$T_3 = (W_4 + A_3) \cdot [0,1171 \cdot \text{sen}(15) + 0,2425 \cdot \text{sen}(35) + 0,2425 \cdot \text{sen}(11) + 0,2927 \cdot \text{sen}(15)] \\ + (W_3 + A_2) \cdot [0,0981 \cdot \text{sen}(35) + 0,2425 \cdot \text{sen}(11) + 0,2927 \cdot \text{sen}(15)] + (A_1 + W_1 + W_2) \cdot$$

$$\begin{aligned}
 & [0,2425 \cdot \text{sen}(11) + 0,2927 \cdot \text{sen}(15)] + (W_3 + A_2) \cdot [0,1444 \cdot \text{sen}(11) + 0,2927 \cdot \\
 & \text{sen}(15)] + (W_4 + A_3) \cdot [0,1756 \cdot \text{sen}(15)] \\
 T_3 = & (9,5 + 9,81) \cdot [0,1171 \cdot \text{sen}(15) + 0,2425 \cdot \text{sen}(35) + 0,2425 \cdot \text{sen}(11) + 0,2927 \cdot \\
 & \text{sen}(15)] + (21,78 + 19,62) \cdot [0,0981 \cdot \text{sen}(35) + 0,2425 \cdot \text{sen}(11) + 0,2927 \cdot \text{sen}(15)] \\
 & + (29,43 + 17,27 + 118,5) \cdot [0,2425 \cdot \text{sen}(11) + 0,2927 \cdot \text{sen}(15)] + (21,78 + 19,62) \cdot [0,1444 \cdot \\
 & \text{sen}(11) + 0,2927 \cdot \text{sen}(15)] + (9,5 + 9,81) \cdot [0,1756 \cdot \text{sen}(15)] \\
 & \mathbf{T_3 = 38,33 \text{ N.m}}
 \end{aligned}$$

6.6 Dimensionamiento de las barras

Con todos los cálculos realizados se procederá al dimensionado de los elementos principales. Hay que tener en cuenta que en el siguiente capítulo se hará un estudio para obtener un diseño estético, con lo cual es posible que el dimensionado sea susceptible de pequeños cambios para que cuadren con aquellos posibles elementos estéticos que se introduzcan.

Para comenzar, nuestro sujeto de prueba se estableció que sería un niño de 7 años con un peso de 22 Kg y una altura de 1,19 (tabla de la figura 6.1). Según la tabla de la figura 6.9 tenemos los valores de las longitudes de las extremidades del niño. En concreto el del muslo es de 292,7 mm. En las figuras 6.18, 6.19 y 6.20¹⁵ se muestra las dimensiones. En total la longitud mínima que se puede obtener es de 292 mm y la máxima es de 300 mm (la estructura puede ser añadida o restada por cm individuales).

¹⁵ Los valores de las figuras están en milímetros. La figura no está a escala.

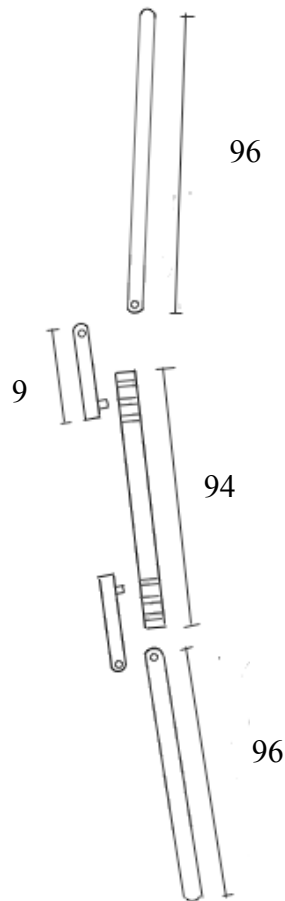


Figura 6.18. Dimensiones de las barras que van de las articulaciones de la cadera a la rodilla.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

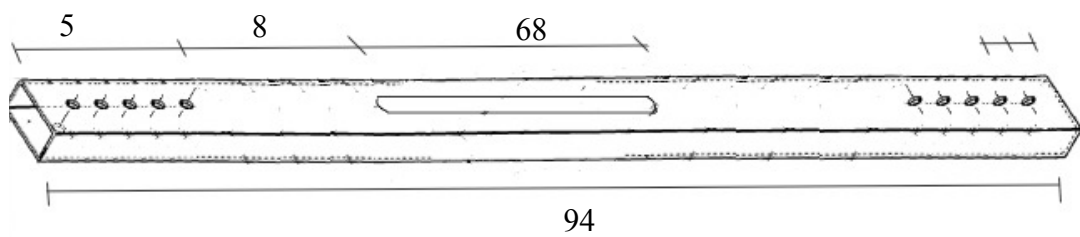


Figura 6.19. Dimensiones de las barras hueca con ranura.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

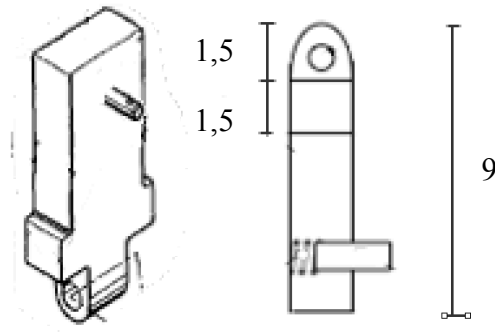


Figura 6.20. Dimensiones de las barras con cilindro sobresaliente que se introducen en la barra hueca con ranura.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

6.7 Conclusiones

En este capítulo se han analizado las reacciones que hay en el cuerpo humano y las que supone la estructura del exoesqueleto. También se han analizado y calculado las posiciones de los centros de gravedad de las todas las extremidades del cuerpo humano. Estos datos eran necesarios para el objetivo de este capítulo que era estudiar los casos más críticos, es decir, aquellos casos en los que se ejerce el mayor par posible en las distintas articulaciones que forman parte de las extremidades inferiores.

Una vez calculado estos datos sabemos que momentos torsionales tiene que soportar la estructura. Además del par que debería proporcionar la misma.

Tras tener todos los cálculos se procederá a la realización del diseño, en concreto al diseño estético. La técnica que se empleara para el diseño de este exoesqueleto es la “Ingeniería Kansei”, un método cada vez más empleado. El siguiente capítulo se centra en contar detalladamente en que consiste dicha técnica y se aplicará al diseño de los elementos que configurarán nuestro exoesqueleto.

Capítulo 7

Ingeniería Kansei

7. Diseño basado en la metodología Kansei

7.1 Introducción

Este capítulo está enfocado a que el diseño del exoesqueleto, no sea solo funcional y usable, dos de sus cualidades primordiales. Sino que también se intentará hacer un diseño que llame la atención, que provoquen sensaciones y sentimientos en los consumidores. Como bien decía Paul Kekkert, “No es suficiente diseñar buenos productos y servicios; debemos diseñar experiencias que generen placer o sensaciones excitantes”.¹⁶

Para ello se empleará la metodología denominada “Diseño Kansei”, metodología que se basa en el diseño ergonómico de productos orientados a que sean llamativos a la sociedad, se podría describir como una “conquista emocional del consumidor”.

Gran parte de esta técnica se inspira en la filosofía de “Design for Aesthetics”, estrategia que desarrolla una metodología cuantitativa de diseño que favorece a la elaboración de productos que evocan emociones positivas mediante la estética del producto en el usuario. El Diseño Kansei aporta un enfoque cuantitativo a la evolución de esas emociones y a la conexión de estas con las propiedades estéticas del producto.

Este capítulo incluye una descripción detallada de la técnica del diseño de Kansei, y de la metodología a seguir. Posteriormente, se aplicará dicha técnica al diseño del exoesqueleto de este Trabajo de fin de Grado.

7.2 Teoría del Diseño Kansei

El Diseño Kansei es una técnica japonesa introducida en 1970 por el profesor Nagamachi, quien definió este diseño como “una metodología de desarrollo de productos orientada al usuario, que establece procedimientos para traducir las percepciones, gustos y

¹⁶ Paul Hekkert 2002. Design & Emotions Society.

sensaciones de productos existentes o conceptos, en términos de soluciones y parámetros de diseño concreto”. La palabra Kansei, de origen oriental, tiene un doble significado; Kan, significa sensación y Sei, sensibilidad.

Básicamente, este tipo de diseño recoge las necesidades emocionales que conectan con las propiedades de los productos. Esta conexión se analiza mediante modelos matemáticos para luego aplicarlos en la fabricación de los productos.

Los consumidores aparte de valorar la funcionalidad, usabilidad, seguridad y precio de los productos también se fijan en las buenas emociones y sentimientos que les aportan estos productos. Pues a la hora de comprar un producto, que puede ser vendido por más de una empresa, donde el mismo producto tiene la misma funcionalidad y usabilidad, lo que marcará la diferencia en la venta de ese producto serán los sentimientos que evoca el producto en el consumidor. Por eso, en el mercado que nos encontramos hoy en día, cada vez más competitivo, un diseño atractivo es lo que mostrara esta diferencia entre el éxito o el fracaso del producto.

Un claro ejemplo son los productos que vende la empresa Apple, entre ellos el iMac, cuya evolución se puede ver en la figura 7.1 El vínculo que crea la marca con el usuario, hace que Apple más que clientes, tenga fans, que logran gracias a un desarrollo y un proceso de ingeniería Kansei, aplicado como filosofía por el jefe del departamento de Diseño Industrial, Jhonathan Ive. El tener entre tus manos un iMac crea una relación emocional producida por la creación de la marca y de las características que definen su diseño, entre ellas; sencillo, practico, funcional cercano, aspectos externos que crean un vínculo con el consumidor.

Es importante mencionar, que el Kansei también es una impresión subjetiva del individuo sobre ciertos productos o servicios, entorno o situación, donde se emplean todos los sentidos (olfato, vista, tacto, audición y gusto).

De esta forma, es un proceso mental generado por el mundo exterior y evaluado mayormente por el hemisferio derecho del cerebro, el cual se asocia a la valoración de

datos de carácter emocional, artístico y subjetivo, mientras que el procesamiento de la información lógica, estructurada y racional, es procesada por el hemisferio izquierdo.¹⁷



Figura 7.1. Evolución del iMac.

Fuente: Applesencia, 2012.

En resumen, la Ingeniería Kansei es una metodología de desarrollo ergonómico de nuevos productos orientada al usuario que establece los procedimientos para traducir las percepciones, gustos y sensaciones que manifiesta el consumidor acerca del producto, en términos de requisitos o elementos de diseño y viceversa. Donde la vinculación de las emociones, con las propiedades de los productos se realiza mediante métodos matemáticos cuantitativos. Con esta metodología se pretende mejorar los atributos de diseño estudiando el modo con el que el usuario los percibe.¹⁸

7.3 Tipos de Kansei

Actualmente existen varios tipos de ingeniería Kansei en base a la tecnología empleada. Los más usados son los siguientes:

- IK de tipo I o clasificación por categorías.

¹⁷ Rodrigo Baustista.

¹⁸ Fujie et al., 1997.

Este método se basa en la identificación de las necesidades afectivas de los usuarios mediante encuestas directas al segmento de mercado objetivo [1]. Posteriormente, en una etapa de síntesis, se procede a relacionar cuantitativamente las emociones y las propiedades del producto mediante análisis estadísticos y matemáticos tales como *Rough sets*, PLS o QT1[2]. Se puede establecer que este tipo de IK es la más utilizada, debido a que posee menos complejidad que las demás. Este tipo Kansei será el empleado para el diseño de este exoesqueleto.

- IK de tipo II o sistema de ingeniería Kansei (KES).

Este método hace uso de sistemas matemáticos informáticos como apoyo para la selección de un bien de consumo y para el diseño y fabricación de un nuevo producto. Cuando en la IK se dispone de un KES, el diseñador puede introducir en el sistema una serie de emociones específicas que quiere que el producto evoque: el KES evaluará dichas emociones y proporcionará una serie de diseños de productos que mejor presenten a esas emociones [2].

Se trata de que el sistema sea capaz de reconocer el Kansei introducido por el consumidor y que proporcione una serie de diseños innovadores mediante el sistema de inteligencia artificial. Pues se pretende hacer pensar al consumidor que es quien realiza el diseño del producto. Gracias al sistema informático reconoce sus emociones, deseos, expectativas y necesidades y así poder realizar el diseño y fabricación con esas características.

Como se ha demostrado según la experiencia hasta el momento, el hecho de que el cliente participe en la creación del diseño del producto produce más satisfacción en él, que si fuese diseñada solo por el diseñador.

Este tipo de Kansei tiene como objetivo que el sistema informático transforme las emociones que se pretende que provoque el producto, en elementos de diseño para este. La figura 7.2 muestra la metodología que sigue este tipo de ingeniería Kansei.

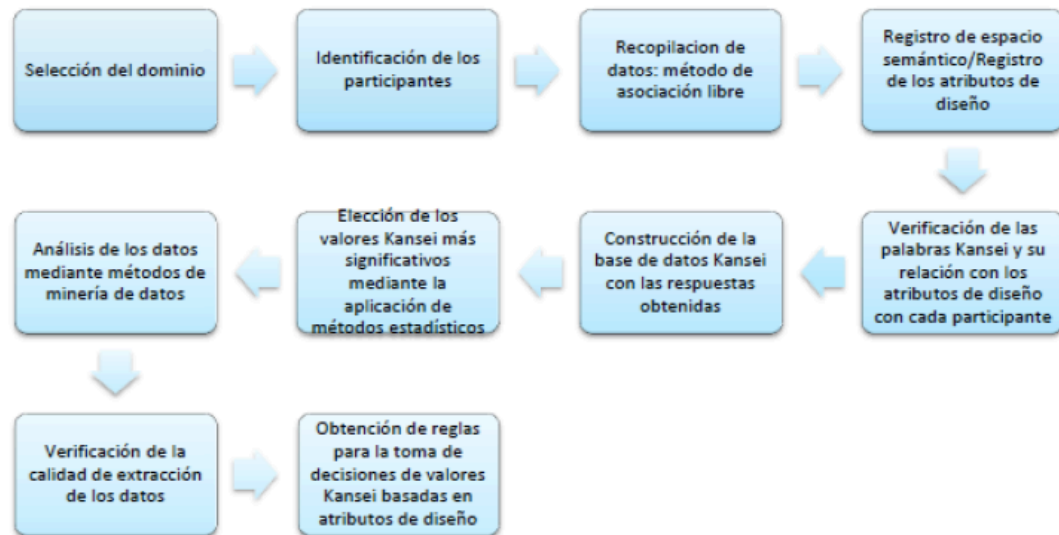


Figura 7.2. Metodología para el diseño Kansei de tipo II (KES).

Fuente: Nagamachi M., Kansei Engineering, 1995.

7.4 Metodología

La finalidad de esta técnica es relacionar los distintos Kanseis (emociones o sensaciones que evocan los productos) con las propiedades del producto. Para llegar a ese punto, se analizarán los sentimientos que se quieren provocar en los consumidores. Se establecerá las conexiones de los parámetros de diseño del producto y los Kanseis a través de métodos matemáticos. El procedimiento a seguir se muestra en la figura 7.1.

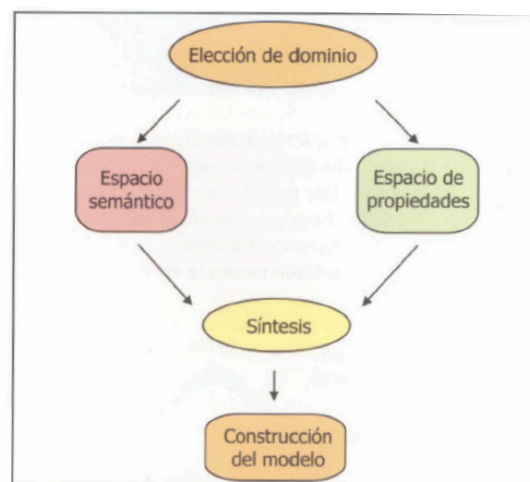


Figura 7.3. Metodología para el Diseño Kasei tipo 1.

Fuente: Revista Dyna, 2010.

7.4.1. Elección del dominio

El primer paso de esta metodología, es la elección de un sector del mercado. Es decir, seleccionar un producto, el cuál será objeto de estudio.

7.4.2. Espacio semántico

Este espacio recoge y expresa el dominio de emociones o también denominados Kanseis, a través de palabras que evocan los sentimientos procedentes de los productos a los usuarios. La idea es identificar la respuesta emocional de las personas y poder cuantificarla.

El primer paso es la elección de una serie de palabras que represente a cada una de las emociones que se pretende plasmar en el producto. Para poder identificar y cuantificar esta respuesta emocional se emplea el método Diferencial Semántico (DS). El diferencial semántico ofrece una base cuantitativa con la que obtener una medida objetiva del significado psicológico que una persona tiene sobre un producto [2].

Para estudiar las respuestas de la población se les realizara una encuesta, en la cual aparecerán unas muestras de los productos. Cada muestra tendrá diferentes características. Así, cada persona deberá puntuar cada emoción que le produce cada muestra.

Una vez realizadas las encuestas, se cuantificarán estas emociones mediante un tipo de escala de calificación. Estas escalas analizan los distintos ejemplos según las emociones elegidas. Estas estarán representadas a través de un par de adjetivos opuestos, delimitando la mínima y máxima puntuación. La figura 7.4 muestra un ejemplo de diferencial semántico. Esta figura es una de las secciones de la encuesta, con los adjetivos a evaluar para este proyecto.

Exoesqueleto 1



★

	1	2	3	4	5	
Comodidad	☐	☐	☐	☐	☐	Incomodidad

★

	1	2	3	4	5	
Moderno	☐	☐	☐	☐	☐	No Moderno

★

	1	2	3	4	5	
Atractivo	☐	☐	☐	☐	☐	No Atractivo

★

	1	2	3	4	5	
Seguro	☐	☐	☐	☐	☐	No seguro

★

	1	2	3	4	5	
Funcional	☐	☐	☐	☐	☐	No Funcional

★

	1	2	3	4	5	
Atrevido	☐	☐	☐	☐	☐	No Atrevido

Figura 7.4. Ejemplo de diferencial semántico, sección 1 de la encuesta.

Fuente: Elaboración propia 2018.

Una vez realizada la encuesta y obtenidas las respuestas de la población, donde están las valoraciones emocionales sobre el producto, se procederá al análisis de estos datos. Para dicho análisis se pueden usar distintos métodos estadísticos antes de llegar a la síntesis del IK. Entre estos análisis se encuentran el Análisis Factorial, el test de fiabilidad Cronbach, el análisis Anova y el análisis Cluster.

- Análisis Factorial y test de fiabilidad.

Una vez identificado el espacio semántico con el que se trabajará, es decir la identificación de los Kanseis o emociones elegidas, es posible que más de una se inspire en el mismo concepto. Esto suele pasar cuando intervienen un número elevado de emociones. De manera que para poder simplificar la información y gestionarla mejor, se emplea un método de reducción de datos. Aquí es donde aparece el análisis factorial, quien simplificará agrupando las emociones por grupos homogéneos y diferentes entre sí de los Kanseis empleados en el diferencial semántico. En la figura 7.5 muestra un claro ejemplo de esta agrupación por grupos.

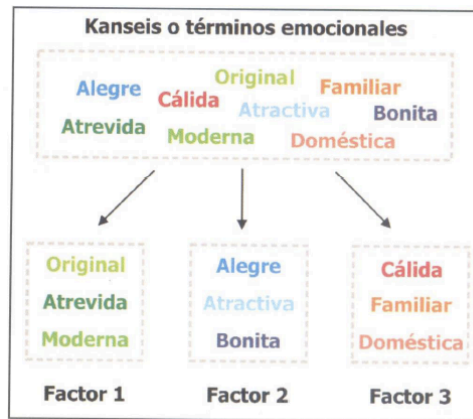


Figura 7.5. Ejemplificación del análisis factorial.

Fuente: Revista Dyna, 2012

Pero antes de usar estos factores es preciso realizar un test de fiabilidad, en concreto el test de fiabilidad de Cronbach. Este test mide la homogeneidad de los factores resultantes. El fin de este test es poder eliminar Kanseis que sean estadísticamente poco relevantes. Este descarte se muestra en la figura 7.6.

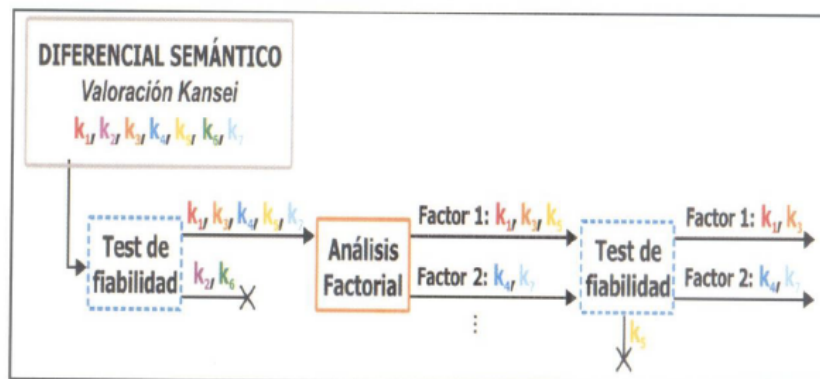


Figura 7.6. Esquema de análisis valorados para los Kanseis valorados en el DS.

Fuente: Revista Dyna, 2012

Con la identificación de los factores importantes, los datos definitivos a tener en cuenta en el espacio semántico pueden cambiar y en consecuencia también lo harán los resultados que surgirán en la posterior síntesis QT1. Esta última idea se muestra en la figura 7.6.

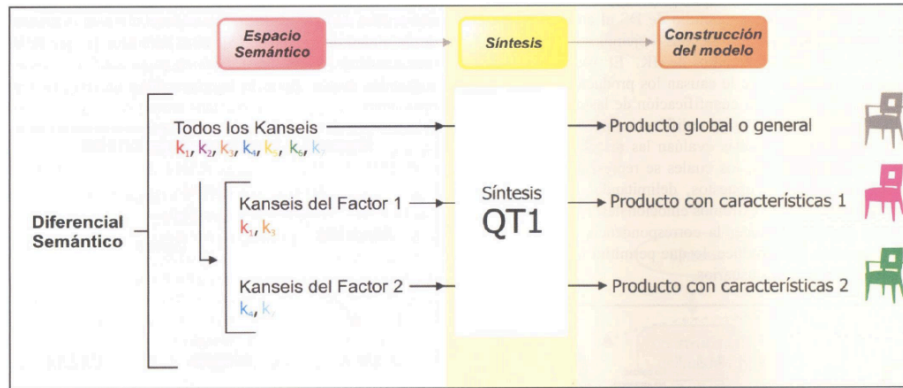


Figura 7.7. Objetivo del análisis factorial

Fuente: Revista Dyna, 2012

- **Análisis Anova y Cluster.**

En muchos estudios los participantes son tratados como si fuesen un grupo homogéneo cuando en la mayoría de los casos no lo son. De hecho, en las valoraciones emocionales realizadas en las encuestas, en cuanto al DS de diferencian en más de un aspecto. Este análisis se trata de identificar qué cosas tienen en común estos participantes. Para ello se hará otra encuesta, posteriormente a la primera, sobre el DS. En esta segunda encuesta las preguntas estarán basadas en la relación de los participantes con el producto.

Ahora es donde entra en juego, el análisis Cluster, donde a través de preguntas determinadas establecerá que participantes han dado respuestas parecidas. El propósito que tiene este análisis es diferenciar los grupos homogéneos de los heterogéneos entre los participantes.

Previamente al análisis Cluster, se realizará el análisis Anova de un factor. Este factor identifica las preguntas que son estadísticamente significativas, pues así simplificará el posterior análisis Cluster, ya que se descartarán aquellos parámetros que apenas aportarán información al estudio.

Cada grupo homogéneo o también llamado Cluster representa un tipo de perfil de usuario, pues estos participantes representan patrones de respuesta similares en la encuesta. Cada perfil representa un tipo de características concretas de diseño para el producto.

En definitiva, el espacio semántico determina las características emocionales posibles a representar en el diseño del producto, y a qué sector de la población ira dirigido. Esto se determina a través de la encuesta de Diferencial Semántico y el segundo cuestionario. Ambos aportan información del mercado objetivo al que nos vamos a dirigir.

El objetivo es realizar los análisis para la obtención de un producto que pueda satisfacer emocionalmente al sector de la población al que se destine dicho producto.

7.4.3 Espacio de propiedades

El espacio de propiedades son aquellas propiedades del producto que según los elementos de diseño que se implementen en él, producirán unas emociones determinadas. Antes de seleccionar los elementos que determinaran la estética del producto, se determinaran las propiedades del mismo. Estas propiedades tendrán una serie de sub-propiedades. Por ejemplo, la propiedad “tamaño” se puede dividir en varios niveles como “grande”, “mediano” o “pequeño”.

En muchas ocasiones se hace un estudio de mercado sobre el producto, objeto del diseño Kansei, para poder identificar cuáles son las propiedades del producto que tienen mayor impacto en la población.

Los productos analizados aparecerán en la encuesta de DS para confirmar la conexión entre los Kanseis y las propiedades. Se pretende crear una relación indirecta entre las propiedades estético-formales y las emociones o Kanseis elegidas.

7.4.4 Síntesis QT1

Cuando se ha seleccionado tanto el espacio semántico, como el espacio de propiedades, se procede al proceso de síntesis. Fase que será obtenida mediante la técnica QT1. Esta técnica identifica y cuantifica directamente las conexiones presentes en cada una de las propiedades y sub-propiedades que están en los productos analizados y los Kanseis valorados.

Esta teoría que es de gran utilidad en Japón, fue propuesta por Chikio Hayashi. Sin embargo, fue Nagamachi el primer especialista en utilizar este método. Esta metodología emplea un modelo de regresión lineal múltiple para poder cuantificar la relación que hay entre las propiedades de los productos y las emociones que se pretenden provocar en las personas.

La teoría estadística predice las conexiones entre la respuesta cuantitativa y las variables categóricas a través del modelo de regresión lineal múltiple.

Tras la síntesis, se procederá al diseño del producto con aquellas propiedades seleccionadas. Pues el fin es evocar en el consumidor las emociones o Kanseis pertenecientes al espacio semántico definido previamente y centrarse en el sector del mercado deseado.

7.4.5 Construcción del modelo.

Tras la fase de síntesis, ya se habrán identificado las propiedades relevantes, y aun más importante las sub-propiedades que serán las que darán lugar al diseño del producto.

La cuantificación de la influencia de las propiedades y sub-propiedades en el diseño, que se realiza con el método de regresión múltiple, donde se obtiene como resultado la influencia de estas en el diseño.

Se elegirán aquellas sub-propiedades que se haya determinado que tienen una elevada influencia. Se elegirán unos elementos de diseño estético-formales que se plasmarán en el diseño y que producirán los sentimientos o emociones deseados en el usuario.

7.5 Aplicación del Diseño Kansei a la invención propuesta

El dominio seleccionado está elegido desde el comienzo del proyecto. Los exoesqueletos serán el objeto de estudio y diseño. El sector de la población al que están destinados son todas aquellas personas con discapacidad para andar, en concreto, a los niños que padecen PCI.

Los aparatos que se han estudiado, han sido los exoesqueletos, se han seleccionado cuatro muestras de exoesqueletos, con diferentes características. Estos ejemplos se pueden ver en la figura 7.8.

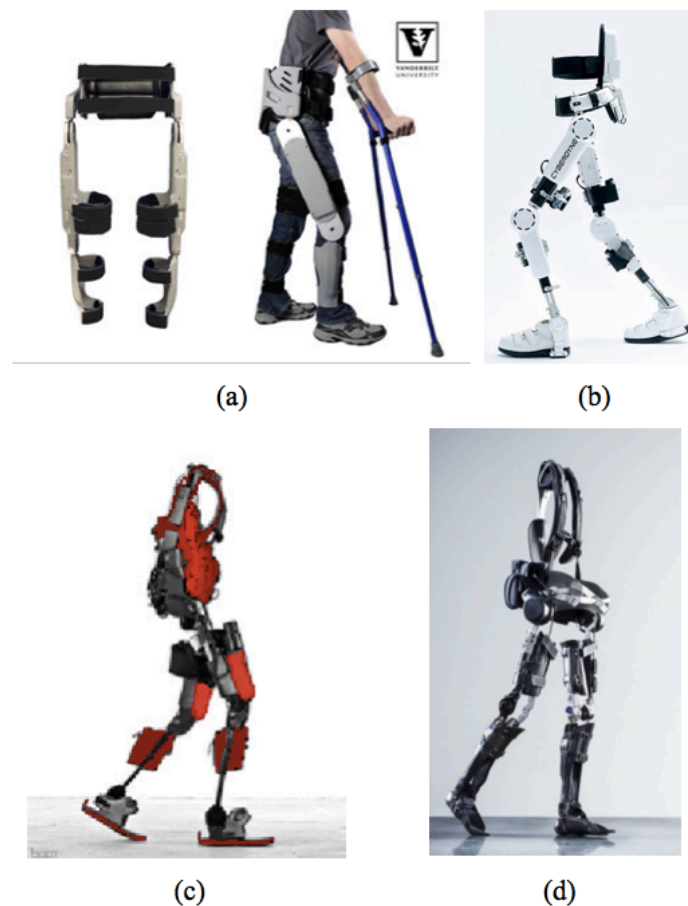


Figura 7.8. Exoesqueletos presentes en la encuesta.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

7.5.1 Espacio semántico

Para cuantificar la respuesta emocional de los participantes de la encuesta, se usará el método de Diferencial Semántico (DS). La encuesta está compuesta de cuatro secciones,

cada sección incluye un ejemplo de exoesqueleto con los diferentes Kanseis o emociones que se van a valorar. Para este estudio los Kanseis seleccionados han sido: “comodidad, moderno, atractivo, funcional, seguro y atrevido”. En el Anexo B se muestra la encuesta realizada.

Esta encuesta ha sido realizada a 150 personas. De las cuales el 61% eran mujeres y el 39% eran hombres. Estos porcentajes se muestran claramente en la figura 7.9.a. De las 150 personas el 5% tenía menos de 20 años, un cuarto de los encuestados era mayor de 51. Finalmente, la mayoría de respuestas procedían de personas entre 21-35 años, quienes suponían el 36% y entre 36-50 años, que suponían el 34%. Estos porcentajes se muestran en la figura 7.9.b.

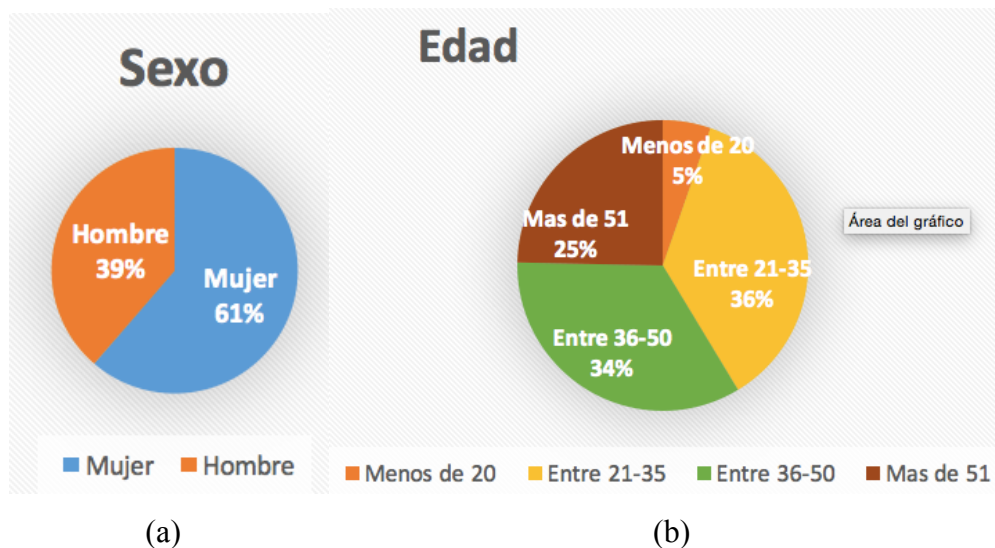


Figura 7.9. (a) Porcentaje de mujeres y hombres que realizaron la encuesta. (b) Porcentaje de diferentes edades que realizaron la encuesta.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En el Análisis Factorial de las emociones seleccionadas también llamados Kanseis, se dividirán dichas emociones en dos factores diferentes como se puede apreciar en la figura 7.10, que representan un tipo de perfil de exoesqueleto.

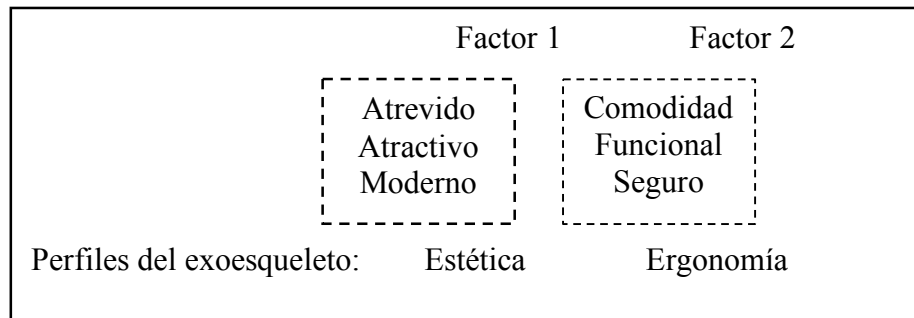


Figura 7.10. Factores diferenciados y perfiles de exoesqueleto.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

7.5.2. Espacio de propiedades

A partir de los ejemplos elegidos para la encuesta, se hará un análisis de los cuatro perfiles de exoesqueleto, y se determinarán las propiedades relevantes para el diseño final del exoesqueleto. Se hará un segundo análisis más profundo donde se evaluarán las sub-propiedades que derivan de estas propiedades, es decir los distintos niveles en los que se dividen.

Espacio de Propiedades			
Propiedades	Niveles o Sub-Propiedades		
P ₁ : Agarre del pie	C ₁₁ : Velcro al tobillo	C ₁₂ : Plataforma	C ₁₃ : Zapato
P ₂ : Tipo de agarre al cuerpo	C ₂₁ : Tronco	C ₂₂ : Hombros	
P ₃ : Colores	C ₃₁ : Metálicos	C ₃₂ : Colores	
P ₄ : Agarres piernas	C ₄₁ : Sí	C ₄₂ : No	
P ₅ : Material	C ₅₁ : Pocos	C ₅₂ : Muchos	
P ₆ : Grosor barras	C ₆₁ : Finas	C ₆₂ : Gruesas	

Figura 7.11. Propiedades y sub-propiedades que conforman el espacio de propiedades.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

7.5.3 Síntesis

En esta parte del proceso de diseño Kansei se establece la relación entre el espacio semántico y el de las propiedades.

Para esta síntesis se ha empleado la técnica QT1, es un tipo de regresión lineal múltiple, donde se hace uso de variables “dummy”. Lo primero de este análisis es codificar las propiedades de diseño y los distintos niveles en los que se dividen estas primeras, en variables “dummy” (variables cualitativas dicotómicas que asumen los valores 0 ó 1, indicando si posee una sub-propiedad “1” o si carece de ella “0”).

Si se tienen “j” propiedades y “k” sub-propiedades, la codificación del producto mostrado “i” se denominará $\delta_i(j,k)$ como se muestra en la Figura 7.12.

$$\delta_i(j,k) = \begin{cases} 1, & \text{si la sub-propiedad está presente en el producto.} \\ 0, & \text{si la sub-propiedad no está presente en el producto.} \end{cases}$$

Figura 7.12. Codificación del espacio de propiedades.

Fuente: Revista Dyna, 2012.

El espacio semántico se muestra a través de las valoraciones medias procedentes de las encuestas en las que participaron una serie de personas aleatorias. Estas valoraciones numéricas se muestran la figura 7.13 para cada ejemplo de exoesqueleto y para cada emoción que forman parte del Diferencial Semántico.

	Cómodo	Moderno	Atractivo	Seguro	Funcional	Atrevido
E1	2,95	2,81	3,2	2,53	2,43	2,97
E2	2,55	2,21	2,41	2,44	2,27	2,35
E3	2,91	2,34	2,79	2,41	2,29	2,23
E4	2,64	2,05	2,44	2,11	2,18	2,28

Figura 7.13. Espacio semántico de los exoesqueletos presentados en la encuesta.

Fuente: elaboración propia, 2018.

El espacio de propiedades viene representado por una codificación categórica para cada perfil de exoesqueleto. Los códigos son de 13 dígitos (ceros y unos), cada uno se relaciona con una sub- propiedad. La codificación del espacio de propiedades específico para el estudio del diseño del exoesqueleto, objeto de estudio de este proyecto se muestra en la figura 7.14.

	P1			P2		P3		P4		P5		P6	
	C11	C12	C13	C21	C22	C31	C32	C41	C42	C51	C52	C61	C62
E1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1
E2	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1
E3	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0
E4	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0

Figura 7.14. Codificación del espacio de propiedades.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cuando ya se han determinado tanto el espacio semántico como el espacio de propiedades, además de obtener las valoraciones numéricas del primer espacio y la codificación del segundo, se establecerá un modelo de regresión lineal múltiple, que relacionará como variable dependiente, los diferentes Kansei seleccionados con las sub-propiedades de los exoesqueletos como variables independientes.

La definición general de este modelo es la siguiente:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_p X_{pi} + \varepsilon_i ; i=1,2,\dots,n ; \varepsilon=\text{error}$$

Se realizará una definición en particular para este modelo de regresión lineal múltiple, pues se incluirá las variables categóricas establecidas:

$$Y_i = \sum_{j=1}^h c_j \sum_{k=1}^p \beta_{jk} \cdot \delta_{i(j,k)}$$

Donde $j = 1,2, \dots, h$ (h = número total de propiedades). En nuestro caso h será igual a 6, pues es el número de propiedades elegidas.

Y donde $k=1,2, \dots, c_j$ (c_j = número total de sub-propiedades por propiedad). En nuestro caso de los exoesqueletos $c_j=2$ en todas las propiedades salvo en la primera propiedad, agarre al pie, en la que $c_j=3$, pues hay tres niveles o sub-propiedades existentes dentro de esta propiedad.

También, δ_i es la variable categórica que representa la codificación del espacio de propiedades para los ejemplos de exoesqueletos. Donde la letra “i” representa los valores del 1 al 4, que se identifican con las 4 muestras de exoesqueletos propuestos en la encuesta. Las variables categóricas vienen representadas por variables dependientes X_{pi} que aparecen en la definición general del modelo de regresión múltiple.

En nuestro estudio, particularizando nuestros datos el modelo para el Kansei “atrevido” para el exoesqueleto 1 queda de la siguiente forma:

$$Y_1 = \beta_0 + \beta_{11} \cdot \delta_1(1,1) + \beta_{12} \cdot \delta_1(1,2) + \dots + \beta_{61} \cdot \delta_1(6,1) + \beta_{62} \cdot \delta_1(6,2) + \varepsilon_1$$

$$2,97 = \beta_0 + \beta_{11} \cdot 1 + \beta_{12} \cdot 0 + \beta_{13} \cdot 0 + \beta_{21} \cdot 1 + \dots + \beta_{61} \cdot 0 + \beta_{62} \cdot 1 + \varepsilon_1$$

La sustitución de datos en las formulas se ha realizado cogiendo dichos datos de las tablas que se muestran en figura 7.13 y 7.14.

El fin es obtener el valor de los coeficientes β_{jk} para que la diferencia entre el valor medio obtenido en las encuestas (Y_i) y el valor obtenido de la predicción (Y'_i) sea la mínima posible.

Para obtener estos valores se ha empleado como herramienta, Microsoft Excel. En la figura 7.15 se muestran los datos obtenidos de dicha herramienta para el Kansei “atrevido”. Estos coeficientes muestran la relación que tienen las emociones con las distintas propiedades y sub-propiedades.

Con todos los datos de todos los Kansei se podrá determinar los elementos con los que se diseñará el prototipo final. En la figura 7.15 solo se ha mostrado los datos del Kansei “atrevido”, en el Anexo B se muestran los datos del resto de los Kanseis.

Kansei	CCM	CP	Propiedad	Sub- Propiedad	CS
Atrevido	1	0,99	Agarre al pie	Velcro al tobillo	0,683
				Plataforma	-0,303
				Zapato	-0,285
		0,68	Agarre al cuerpo	Tronco	0,405
				Hombros	-0,405
		0,56	Colores	Metálicos	0,335
				Colores	-0,335
		0,68	Agarre piernas	Velcros	0,405
				Velcros con almohadillas	-0,405
		0,68	Material	Pocos	0,405
				Muchos	-0,405
		0,68	Grosor barras	Finos	0,405
				Gruesos	-0,405

Figura 7.15. Tabla de la QT1 para el Kansei “Atrevido”.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Los datos que aparecen en la tabla 7.15 son una serie de coeficientes que ayudan a averiguar la influencia de los Kanseis con las propiedades y sub-propiedades. Como se aprecia en dicha tabla hay tres coeficientes, el CCM, el CP y el CS:

- El coeficiente de correlación múltiple (CCM), es una medida estadística que mide el grado de asociación entre dos variables. Es decir, cuantifica la conexión entre todas las propiedades pertenecientes al exoesqueleto y la valoración del Kansei.
- El coeficiente de propiedad (CP), informa de la aportación de cada propiedad a la valoración del Kansei.
- El “category score” (CS), informa de la aportación de cada sub-propiedad a la valoración Kansei.

Para obtener cada coeficiente que viene en la tabla de la figura 7.15, se deberá ejecutar el modelo de regresión lineal múltiple, es decir, se ejecutara unas seis veces para la obtención de los coeficientes de cada propiedad (CP), mas unas trece veces para obtener los coeficientes de cada sub-propiedad (CS).

El “category score” (CS) es el más importante y puede influir negativamente o positivamente en la valoración del Kansei, de ahí que puedan ser valores negativos o

positivos, respectivamente. Estos valores son los que nos informaran de que propiedades y sub-propiedades tienen mayor influencia subjetiva en la población.

Por último, hay que obtener una última tabla, que ponga en común todos los Kanseis con las propiedades. Esta tabla se obtiene poniendo en común todos los CS de todos los Kanseis. Esta tabla se muestra en la figura 7.16.

Kansei	Propiedad	Sub- Propiedad	CS
Comodidad Moderno Atractivo Seguro Funcional Atrevido	Agarre al pie	Velcro al tobillo	2,589
		Plataforma	0,034
		Zapato	-1,965
	Agarre al cuerpo	Tronco	1,225
		Hombros	-1,225
	Colores	Metálicos	0,695
		Colores	-0,695
	Agarre piernas	Velcros	1,225
		Velcros con almohadillas	-1,225
	Material	Pocos	1,225
		Muchos	-1,225
	Grosor barras	Finos	1,225
		Gruesos	-1,225

Figura 7.16. Tabla con la influencia de las sub-propiedades con todos los Kanseis.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cuando se ha obtenido la tabla que se muestra en la figura 7.16, es decir la información común de los CS de todos los Kanseis, se procederá a la elección de la sub-propiedad que más represente los Kanseis o emociones seleccionadas. Esta elección aparece representada en la figura 7.17.

Kansei	Propiedad	Sub- Propiedad
Comodidad Moderno Atractivo Seguro Funcional Atrevido	Agarre al pie	Velcro al tobillo
	Agarre al cuerpo	Tronco
	Colores	Metálicos
	Agarre piernas	Velcros

	Material	Pocos
	Grosor barras	Finos

Figura 7.17. Tabla de resultados de la metodología del Diseño Kansei.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

7.5.4 Construcción del modelo

Este es el último paso del proceso de diseño Kansei. Pues tras haber analizado las distintas emociones que se quieren plasmar en el exoesqueleto, se seleccionaran que sub-propiedades que representan mejor dichas emociones. Esta selección se basa en los datos obtenidos en el modelo de regresión lineal múltiple.

En consecuencia, se obtuvieron las sub-propiedades que aparecen en la figura 7.17, dando lugar a un exoesqueleto no solo funcional, sino también estético.

Un ejemplo de diseño del producto final que lleva estas sub-propiedades aparece en la figura 7.18.

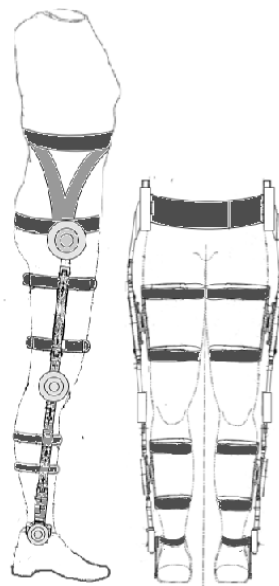


Figura 7.18. Ejemplo del modelo final del diseño del exoesqueleto.
Fuente: Elaboración propia, 2018.

7.6 Conclusiones

Hoy en día, se necesitan productos que evoquen emociones en los consumidores. Es aquí donde aparece el diseño Kansei. Este capítulo se centra en la aplicación del diseño Kansei a la creación del diseño del exoesqueleto.

“La ingeniería Kansei tiene varios objetivos como cuantificar la respuesta del usuario en términos Kansei, identificar las características de diseño de un producto desde la percepción del usuario, implementar la herramienta a partir de los datos anteriores y ajustar el diseño del producto a los cambios sociales y a los que se produce en las preferencias de los usuarios con el paso del tiempo”¹⁹

La cuantificación de la respuesta obtenida de las encuestas, se ha hecho mediante el uso de un modelo matemático de regresión lineal múltiple. Es cierto que existen más metodologías que se pueden seguir, pero la empleada en este proyecto es la teoría de la cuantificación por ser una forma simple de obtener la información deseada. Esta metodología relaciona las propiedades y sub-propiedades con las emociones que se quieren plasmar en el producto. Los datos que se obtuvieron nos informaron de cuáles son las sub-propiedades que tienen mayor influencia para evocar dichas emociones a la población. En definitiva, estas sub-propiedades han resultado ser; en cuanto a los agarres, tanto el del tobillo como el de las piernas será a través de velcros y el agarre al cuerpo colocado en el tronco. Se emplearán pocos materiales que reflejarán colores metálicos. Finalmente, las barras tendrán un grosor fino.

Se trata de una fusión de la ciencia con el arte. Mezcla el avance tecnológico con cierta creatividad para que su expansión a la sociedad tenga un mayor impacto. Valerie Pettis supo captar claramente esta idea, “El diseño es la búsqueda de un equilibrio mágico entre el negocio y el arte; arte y talento; intuición y razón; concepto y detalle; alegría y formalidad; cliente y diseñador, diseñador e impresor; impresor y público”.²⁰

¹⁹ Antonio Montaña i Aviño, 2009.

²⁰ Valerie Petties, BD Habana 2016, bajo la premisa Diseño y Prosperidad.

Capítulo 8

Modelo de Solicitud de Patente

8. Modelo de solicitud de patente

8.1 Introducción

En este capítulo, se procederá a la redacción de la solicitud de patente de la invención que se centra el proyecto. Para ello, se utilizará la información desarrollada a lo largo de los capítulos 2 y 4.

En el segundo capítulo, se expuso el tema de la propiedad industrial, centrándose en las patentes. Se contó la estructura que debe tener un patente, además de los documentos y elementos que se necesitan para presentar su solicitud en el registro. Esta información, nos ayuda en el presente capítulo, en la realización de la solicitud del modelo de utilidad para dicha invención. La razón por la cual se ha elegido este tipo de propiedad industrial es debido a la cantidad de las tasas.

En el cuarto capítulo, se desarrolló la invención, contando en detalle su funcionamiento y los elementos que intervenían en el mecanismo, además de cuáles eran las mejoras que aportaba.

En los capítulos 5 y 6 se estudiaron los análisis que verificaban la implantación de la invención. Finalmente, se realizó el diseño estético desarrollado en el capítulo 7.

Básicamente, todos los capítulos influyen de alguna manera en la solicitud de la patente, pero es cierto que el segundo y cuarto capítulo tienen mayor impacto en la redacción de la solicitud, como se mostrará en este capítulo.

8.2 Resumen

Se trata de un exoesqueleto que pretende ayudar a caminar a niños que padecen parálisis cerebral (PCI). Estos niños debido a lesiones en el cerebro son incapaces de realizar movimientos precisos, sus desplazamientos son descoordinados, lentos y torpes. Este aparato ortopédico gracias a su estructura tiene como propósito dirigir estos movimientos

y hacer que sean lo más correctos posibles, permitiendo que sean capaces de desplazarse por sí solos.

Este exoesqueleto además de realizar su función primordial, que es proporcionar par para proporcionar ayuda asistida al niño, también presenta ciertos mecanismos y mejoras que permiten que este se sienta más cómodo durante el uso del aparato.

8.3 Descripción

8.3.1 Título

Exoesqueleto para proporcionar ayuda asistida para niños con PCI

8.3.2 Campo de la Invención

La estructura que se plantea es un exoesqueleto que proporcionara ayuda asistida, se centrara en la mejora de mecanismos que hagan que el usuario se sienta lo mas cómodo posible.

8.3.3 Antecedentes de la invención.

Existen gran variedad de exoesqueletos con numerosas aplicaciones médicas, militares e industriales.

En cuanto a las aplicaciones militares se han empleado en soldados para aumentar su capacidad de resistencia además de permitirles cargar mayor peso.

En cuanto a las aplicaciones industriales, básicamente se destina para todos aquellos trabajadores que requieren cierta actividad física forzosa, con los cuales se aumentara su capacidad de carga además de su resistencia física. Esta aplicación es parecida a la militar, la diferencia es el propósito para el que se destinan. Los primeros en combate, y los segundos para aumentar la producción y obtener mayores beneficios.

La aplicación médica que es la interesante en cuanto a lo referente de este proyecto. La mayoría de los exoesqueletos están diseñados para rehabilitación o para proporcionar ayuda asistida para caminar. El primer grupo, la intención de estos exoesqueletos es poder aumentar la fuerza y resistencia de sus extremidades debido a que poseen algún tipo de lesión que les ha producido la pérdida parcial o incluso total del movimiento de sus extremidades inferiores. El otro gran grupo se destinan para proporcionar ayuda asistida a sus usuarios, para facilitar su caminar.

Uno de los grandes problemas que involucran estos exoesqueletos son la necesidad de mantener cierta rigidez para mantener erguido al usuario, además de poder transmitir parte del peso al suelo y evitar que el usuario tenga que cargar más peso del debido. El hecho de mantener esta rigidez produce una falta de flexibilidad de manera que el usuario siente cierta incomodidad. En aparatos existentes, se ha empleado el uso de materiales mas flexibles en determinadas partes.

Hay aparatos que se centran en mejorar la comodidad del usuario. Se han empleado correas flexibles de materiales de bajo coeficiente de fricción. En relación a los agarres, el uso de velcros, mejora la adaptabilidad y en ocasiones se disponen de almohadillas de aire que se adaptan a la forma de los músculos y mejoran la comodidad y transmiten correctamente la fuerza.

Otro de los problemas que se plantean, es la focalización exclusiva de crear mecanismos para realizar movimiento hacia delante y hacia atrás, pero en ocasiones es necesario que permitan cierto movimiento hacia los lados, sino los usuarios sienten incomodidad en su movimiento, especialmente al intentar girar en una curva.

Más en concreto, en el caso de la patente US7429253B2, donde emplea un mecanismo para conectar el agarre de las piernas a las barras, que forman la estructura soportadora que están a lo largo de las piernas. Este mecanismo consta de muchas barras, colocadas unas encima de otras, de manera que resulta muy voluminoso. Además, el mecanismo que se propone para ajustar la longitud de las piernas de los usuarios incluye tornillos, de manera que se necesitará un destornillador cada vez que se desee ajustar la estructura.

Por último, en la patente US20150173929A1 propone un generador de par que incluye un controlador y un sensor que se conecta al musculo. El programa interno que lleva instalado el controlador es complejo pues engloba muchas condiciones y muchos valores preestablecidos internos. Se requiere un sistema que sea más simple.

8.3.4 Descripción de la invención.

La invención consta de tres partes importantes; el generador de par, el ajuste de longitud de las piernas y la conexión de los agarres a las barras.

El generador de par se sitúa en la rodilla, en su interior hay un muelle y un cilindro. También incorpora un actuador, que lleva una barra que realiza un movimiento lineal (hacia dentro o hacia fuera del actuador). En el extremo de esta barra hay un agujero donde se introduce uno de los extremos del muelle. De manera que cuando el actuador se acciona El muelle tiene dos extremos, uno se sitúa en el interior de la barra del actuador

Uno de los extremos del muelle se encuentra acoplado al actuador. De forma que cuando el actuador mueva la barra del extremo del muelle, se producen dos respuestas diferentes, dependiendo si la barra se introduce o sale.

En general, se genera presión entre la superficie externa del cilindro y la superficie interna del muelle. Esta presión genera un par resistivo entre estas dos superficies y consecuentemente, entre las barra superior e inferior. Es decir, el par resistivo se crea por la fricción entre estas dos superficies, que se generan fuerzas de fricción y por tanto dan lugar al par resistivo que será el que ayudara al usuario a necesitar menos fuerza para poder caminar. De manera que las piezas más importantes son el muelle y el cilindro, pues estas piezas son las que, por fricción, generan dichas fuerzas que producen el par.

Cuando la barra se introduce, el par aumenta y cuando la barra sale, ocurre al contrario, el par disminuye.

El sensor y el controlador se encuentran colocados en el mismo lugar. El sensor hace contacto con el extremo inferior del muslo. Este mide el ángulo absoluto de la barra superior que recorre el fémur, con respecto a la vertical.

Esta señal será enviada al controlador, quien procesara este parámetro y en función de su medida dirigirá al actuador para que realice la función necesaria.

Se establecerán dos valores, uno máximo θ_1 y otro mínimo θ_2 . Estos valores dependerán del usuario, de sus características físicas. Cuando la señal detectada del sensor sea superior que θ_1 , en este caso el actuador hará que la barra se introduzca, de manera que generara el par. Cuanto más recorrido recorra la barra del actuador hacia dentro, mayor será el par generado. Cuando la señal de salida detectada del sensor sea inferior al segundo valor preestablecido, θ_2 , en este caso la barra del actuador sale hacia fuera, de manera que el par disminuye hasta que se hace nulo.

En segundo lugar, está el mecanismo que conecta el agarre de la pierna a las barras que van a lo largo de las piernas. Comprende una barra hueca con una ranura donde se introduce otra barra que tiene en su zona central un cilindro sobresaliente. Se colocará un rodamiento, de manera que la superficie interna de esta pieza quede acoplada con un ajuste de apriete con la superficie del cilindro. Este mecanismo permitirá ejercer cierto movimiento lateral. Hay que mencionar la existencia de unos pasadores a lo largo de las barras que tienen el mismo objetivo, permitir cierto movimiento lateral.

En último lugar, el ajuste de longitud de las barras consta de un mecanismo que permite modificar las longitudes para adaptarlas a las características morfológicas del usuario. En la anterior barra hueca con ranura (cada extremo presenta una serie de agujeros), se colocan dos muelles en el interior de esta pieza en ambos extremos. Sobre cada muelle se coloca una barra con un cilindro sobresaliente, que se introduce en el interior de uno de los agujeros de la barra hueca con ranura. La barra con el cilindro siente presión saliente producida por este muelle, pero se mantiene fija gracias al cilindro sobresaliente que se encuentra en su superficie. Este cilindro está conectado en el interior de la barra por un muelle. Un extremo del muelle se encuentra pegado en el interior de la barra y el segundo extremo se coloca en el extremo del cilindro en la parte que se encuentra en el interior. Este muelle en su posición original (cuando su elongación es nula), el cilindro se encuentra fuera de la barra. Cuando se ejerce presión este cilindro se introduce dentro de la barra haciendo posible el movimiento relativo entre esta pieza y la barra hueca con

ranura. Así es posible cambiar el cilindro de agujero y en consecuencia, alargar o cortar la estructura.

8.3.5 Descripción de los dibujos.

En la figura 1 se muestra una vista general de los componentes que comprende el generador de par.

En la figura 2.A se muestra una vista lateral de algunos integrantes del generador de par.

En la figura 2.B se muestra como queda el acoplamiento de todos los elementos del generador de par.

En la figura 3 se muestra una vista lateral de unas extremidades inferiores en el proceso de anda, indicando los ángulos absolutos preestablecidos.

En la figura 4 se muestra una vista frontal del agarre de la pierna mostrando las barras que forman la estructura que recorre las piernas del usuario.

En la figura 5 se muestra una vista frontal del mecanismo que conexiona las barras con el agarre de la pierna, con un corte transversal que permite ver el interior del mismo.

En la figura 6 se muestra una vista general de los componentes que comprende la conexión del agarre.

En la figura 7 se muestra una vista lateral de la pieza 18 de la figura 16, con un corte transversal para ver el interior de la misma.

8.3.6 Realización preferente de la invención

En las figuras de la invención se han enumerado distintos elementos constitutivos:

1. Tornillo de rosca
2. Disco
3. Muelle 1

4. Cilindro 1
5. Actuador
6. Sensor y controlador
7. Flechas
8. Carcasa
9. Barra 1
10. Barra 2
11. Barra hueca con ranura
12. Barra 3
13. Barra 4
14. Agujero de la barra (11) hueca con ranura
15. Cilindro sobresaliente de la barra 16
16. Barra 5
17. Pasador
18. Barra 2
19. Cilindro sobresaliente de la barra 2 (18)
20. Tornillo
21. Pieza de unión
22. Anilla elástica
23. Parte del agarre a la pierna
24. Barra
25. Muelle
26. Rodamiento
27. Anilla
28. Ranura
29. Muelle
30. Agujero
31. Pieza 24
32. Cilindro

El tornillo de rosca (1) se coloca en la carcasa (8). En el interior de la carcasa se encuentra el actuador (5), un muelle (3) y un cilindro (4) y una anilla (5), esta última pieza facilita el acople del muelle (3) y el cilindro (4) en la carcasa (8). El cilindro (4) se coloca en el interior del muelle (3). El ajuste que hay entre estas dos piezas es de apriete. Incluye un

controlador y un sensor (6) que hace contacto con el muslo.

Las barras que van de articulación en articulación son 5 barras en total. Las barras (9) y (10) y las barras (12) y (13) se conectan por medio de un pasador (17), este acople permite cierto movimiento a los lados. En la barra hueca con ranura (11) en si interior se encuentra la barra (16). La barra hueca con ranura (11) tiene unos agujeros (14) en sus extremos, para introducir el cilindro (19) que llevan las barras (10) y (12). El agujero (14) será elegido en función de la longitud deseada. El cilindro (19), uno de sus extremos se encuentra en el interior de la barra (18) conectado por un muelle (29) que se encuentra en el interior de esta última barra. El cilindro (19) en su estado normal se encuentra fuera de la barra (18) cuando se presiona el muelle (29) se introduce el cilindro (19) esto permite que se pueda cambiar de agujero y así modificar la longitud. La barra (18) parte se encuentra en el interior de la barra hueca con ranura (11), y a través de un muelle (25) hace contacto con la barra (16). Este muelle genera presión saliente en la barra (18) pero esta no sale gracias al cilindro (19). La barra (16) lleva un cilindro (15) sobresaliente en su zona central. En este cilindro (15) se coloca un rodamiento (26). Este rodamiento (26) se conecta a una pieza (21) que tiene unos agujeros por los que mediante tornillos se conexionara con los agarres de las piernas. La anilla elástica (22) se coloca al final del cilindro (15) para asegurar que el rodamiento (26) no se sale.

8.4 Dibujos

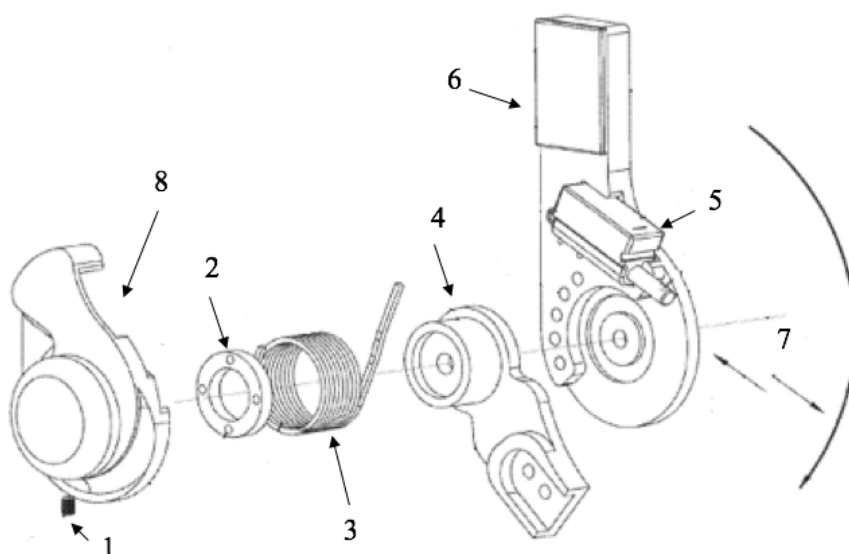


FIGURA 1.

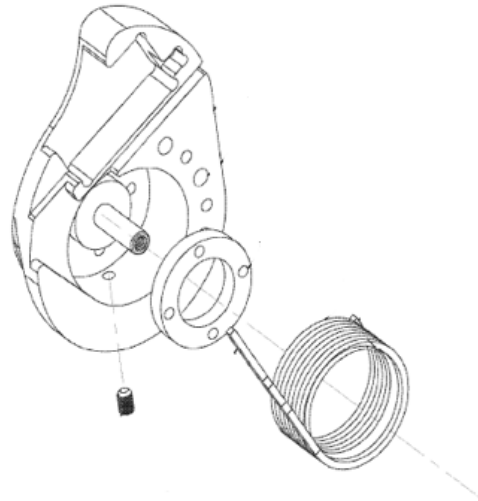


FIGURA 2.A

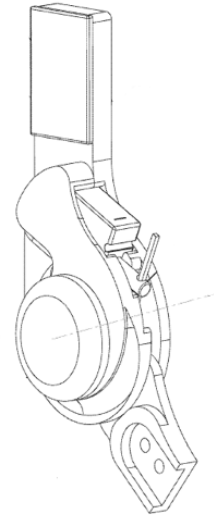


FIGURA 2.B

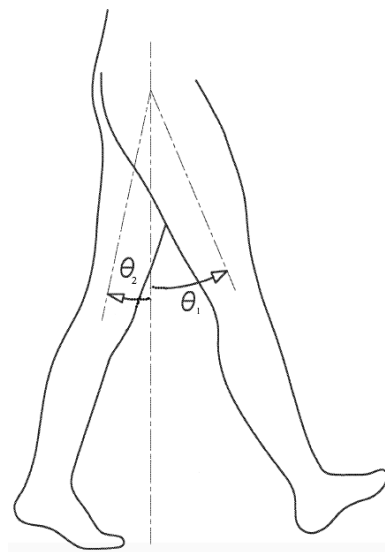


FIGURA 3.

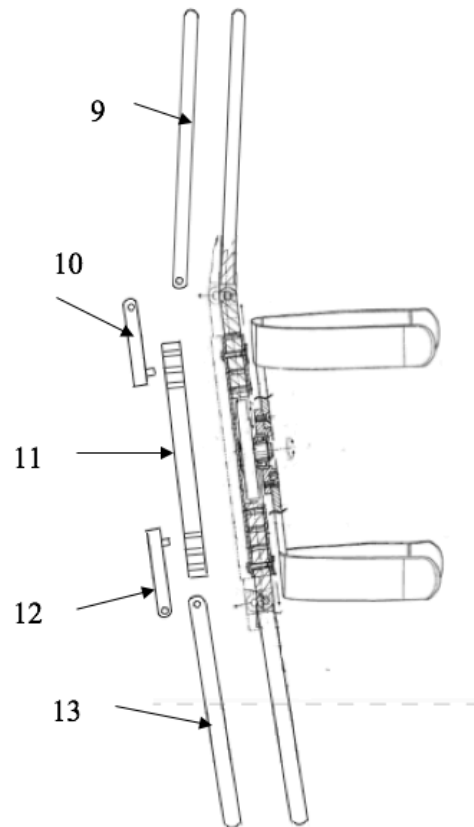


FIGURA 4.

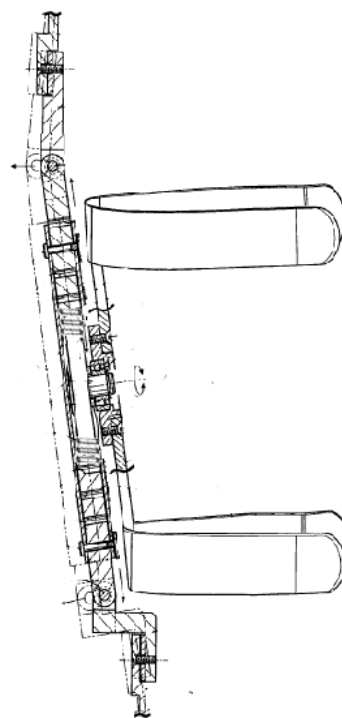


FIGURA 5.

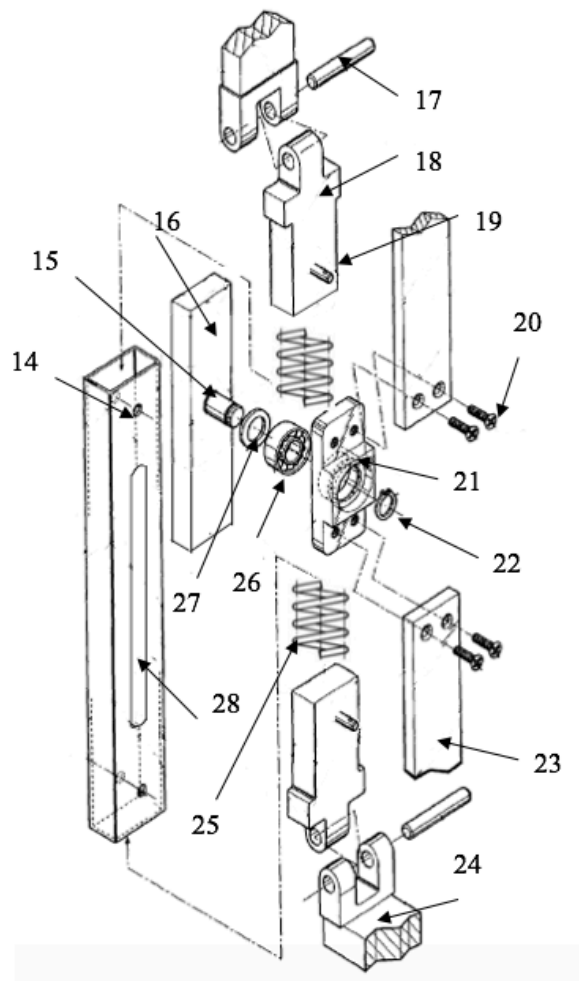


FIGURA 6.

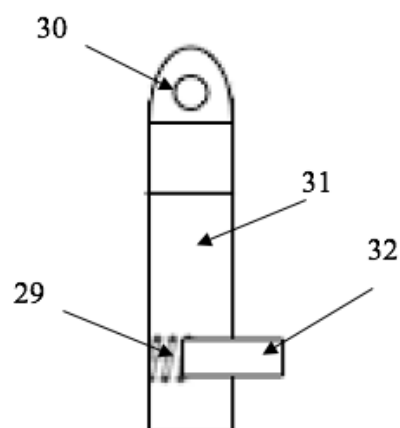


FIGURA 7.

8.5 Reivindicaciones

1. Una estructura ortopédica de ayuda asistida para caminar que comprende al menos un sistema de agarre a cada pierna, caracterizados por que dicho sistema comprende una pieza hueca con una ranura (1) longitudinal y otra barra (2) interior con un cilindro (3) sobresaliente de una de sus superficies.
2. Estructura ortopédica de ayuda asistida para andar, de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende un sistema de ajuste de desplazamiento de la barra (2) interior respecto a la pieza hueca (1), en cuya ranura circula el cilindro (3) sobresaliente de la barra (2) interior.
3. Estructura ortopédica de ayuda asistida para andar, de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, que además comprende dos muelles (4), caracterizados por que se sitúan en el interior de la pieza hueca con ranura (1) en sus extremos haciendo contacto con los muelles (4).
4. Estructura ortopédica de ayuda asistida para andar, de acuerdo con la reivindicación 1, 2 y 3, que además comprende dos barras (5) caracterizadas por que tiene otro cilindro (6) sobresaliente en su extremo, ubicado en el interior de uno de los agujeros de la pieza hueca con ranura (1).
5. Estructura ortopédica de ayuda asistida para andar, de acuerdo con la reivindicación 3 y 4, el muelle (4), caracterizado por que da presión a la barra (5) hacia el exterior de la pieza hueca con ranura (1).
6. Estructura ortopédica de ayuda asistida para andar, de acuerdo con la reivindicación 3, 4 y 5, la barra (5) se caracteriza porque el cilindro (6) se conecta a esta por un muelle (7) situado en su extremo interno, dentro de dicha barra (5), evitando que se mueva esta con respecto de la pieza hueca con ranura (1).

8.6 Instancia de Solicitud



MINISTERIO
DE ENERGÍA, TURISMO
Y AGENDA DIGITAL



Oficina Española
de Patentes y Marcas

INSTANCIA DE SOLICITUD

Nº SOLICITUD	U201800357
FECHA Y HORA DE ENTRADA EN OEPM	13-JUN'18 09:54
FECHA Y HORA DE ENTRADA EN LUGAR DISTINTO A LA OEPM	
LUGAR DE PRESENTACIÓN	CÓDIGO

1. IDENTIFICACIÓN DE LA SOLICITUD

(1) MODALIDAD: ☐ PATENTE DE INVENCION ☒ MODELO DE UTILIDAD	
(2) TIPO DE SOLICITUD: ☐ SOLICITUD DIVISIONAL ☐ CAMBIO DE MODALIDAD ☐ TRANSFORMACIÓN SOLICITUD PATENTE EUROPEA ☐ ENTRADA EN FASE NACIONAL DE SOLICITUD INTERNACIONAL PCT	(3) EXPEDIENTE PRINCIPAL O DE ORIGEN: MODALIDAD: Nº SOLICITUD: FECHA PRESENTACIÓN:

El solicitante declara, por medio de esta instancia, tener derecho a presentar la solicitud arriba indicada

2. TÍTULO DE LA INVENCION (4)

Diseño de un Exoesqueleto para niños con Parálisis Cerebral Infantil (PCI)

3. IDENTIFICACIÓN DEL SOLICITANTE

(5) APELLIDOS Y NOMBRE /DENOMINACIÓN SOCIAL					NIF/PASAPORTE	
García Meneses, Raquel					06599730H	
DIRECCIÓN POSTAL				CÓDIGO POSTAL Y LOCALIDAD	PROVINCIA	
C/Nelson Mandela nº 7				28229, Villanueva del Pardillo	Madrid	
PAÍS DE RESIDENCIA	CÓDIGO PAÍS RESIDENCIA	PAÍS DE NACIONALIDAD	CÓDIGO PAÍS NACIONALIDAD	(6) CNAE	(7) PYME	
España	ES	España	ES			
DIRECCIÓN CORREO ELECTRÓNICO		Nº TELÉFONO FIJO	Nº TELÉFONO MÓVIL	(8) INDICACIÓN DEL MEDIO DE NOTIFICACIÓN PREFERENTE		
raquel.garcia.meneses@outlook.es		918150140	649615537	☐ CORREO POSTAL ☒ CORREO ELECTRÓNICO		
PORCENTAJE DE TITULARIDAD (9): %		NOTA: DE NO ESPECIFICARSE DICHO PORCENTAJE, LA OEPM PRESUMIRÁ IGUALES LAS CUOTAS DE LOS SOLICITANTES.				
EL SOLICITANTE TAMBIÉN ES INVENTOR (10):		☒ SÍ ☐ ESTE INVENTOR RENUNCIA A SER MENCIONADO		☐ NO MODO DE OBTENCIÓN DEL DERECHO: (11) ☐ INVENCION LABORAL ☐ CONTRATO ☐ SUCESIÓN ☐ OTROS (Especificar): _____		
(12) EL SOLICITANTE ES UNA UNIVERSIDAD PÚBLICA ESPAÑOLA			☐ SÍ			

Ejemplar para el solicitante

4. (13) OTROS SOLICITANTES Y/O INVENTORES

☒ LOS DEMAS SOLICITANTES Y/O INVENTORES SE INDICAN EN HOJA COMPLEMENTARIA

5. IDENTIFICACIÓN DEL REPRESENTANTE Y/O DIRECCIÓN DE CORRESPONDENCIA

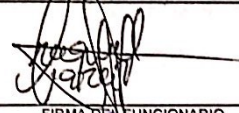
(14) REPRESENTACIÓN		(15) Nº PODER GENERAL	
☒ EL SOLICITANTE NO ESTÁ REPRESENTADO	EL SOLICITANTE ESTÁ REPRESENTADO POR: ☐ AGENTE DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL ☐ OTRO REPRESENTANTE		
(16) ACTUACIÓN POR MEDIO DE AGENTE	APELLIDOS Y NOMBRE / DENOMINACIÓN SOCIAL	CÓDIGO DE AGENTE	
(17) ACTUACIÓN POR MEDIO DE OTRO REPRESENTANTE		APELLIDOS Y NOMBRE	NIF/PASAPORTE
DIRECCIÓN POSTAL	CÓDIGO POSTAL Y LOCALIDAD	PROVINCIA	PAÍS
DIRECCIÓN CORREO ELECTRÓNICO	Nº TELÉFONO	(18) INDICACIÓN DEL MEDIO DE NOTIFICACIÓN PREFERENTE	
		☐ CORREO POSTAL ☐ CORREO ELECTRÓNICO	
☐ MÁRQUESE ESTA CASILLA CUANDO NO SE NOMBRE A REPRESENTANTE Y SE QUIERA UTILIZAR LA DIRECCIÓN ARRIBA INDICADA PARA CORRESPONDENCIA			

6. OTROS DATOS

(19) REIVINDICACIÓN DE PRIORIDAD		PAÍS ORIGEN	CODIGO PAIS	FECHA	NÚMERO
☐ SÍ ☐ NO					
El solicitante declara, por medio de esta instancia, tener derecho a reivindicar la prioridad arriba indicada					
(20) REMISIÓN A SOLICITUD ANTERIOR		PAÍS ORIGEN	CODIGO PAIS	FECHA	NÚMERO
☐ SÍ ☐ NO					
(21) EXPOSICIONES OFICIALES		NOMBRE		FECHA	LUGAR
☐ SÍ ☐ NO					
(22) EFECTUADO DEPÓSITO DE MATERIAL BIOLÓGICO	AUTORIDAD DE DEPÓSITO	CÓDIGO PAIS	FECHA	NÚMERO	ORIGEN GEOGRÁFICO FUENTE DE PROCEDENCIA
☐ SÍ ☐ NO					
(23) RECURSO GENÉTICO		NÚMERO DE CERTIFICADO		NÚMERO DE REGISTRO	
☐ UTILIZACIÓN DE RECURSO GENÉTICO ☐ UTILIZACIÓN DE CONOCIMIENTO TRADICIONAL					
LISTA DE SECUENCIAS DE AMINOÁCIDOS Y ÁCIDOS NUCLEICOS					
La descripción contiene una lista de secuencias biológicas en concordancia con la norma ST.25 OMPI ☐ SÍ ☐ NO					
Se adjunta un soporte de datos legible por ordenador que incluye la lista de secuencias biológicas en concordancia con la norma ST.25 OMPI ☐ SÍ ☐ NO					
El solicitante declara, por medio de esta instancia, que la información registrada en el soporte de datos legible por ordenador es idéntica a la contenida en la lista de secuencias biológicas incluida en la descripción de la versión escrita de esta solicitud					
(24) EL SOLICITANTE SE ACOGE A LA REDUCCIÓN DE TASAS PREVISTA EN EL ART. 186 DE LA LEY 24/2015 DE PATENTES POR SER EMPRENDEDOR EN LOS TÉRMINOS ESTABLECIDOS LEGALMENTE (Se adjunta instancia y documentación pertinente)					☐ SÍ
(25) SE SOLICITA LA TRAMITACIÓN SEGÚN EL PROGRAMA DE CONCESIÓN ACCELERADA DE PATENTES Y, SIMULTANEAMENTE, LA PUBLICACIÓN DE ESTA SOLICITUD DE PATENTE ANTES DE 18 MESES DESDE LA FECHA DE PRESENTACIÓN DE LA MISMA, DE CONFORMIDAD CON LO DISPUESTO EN LA DISPOSICIÓN ADICIONAL SEXTA DE LA LEY 24/2015 DE PATENTES Y DE LA CORRESPONDIENTE INSTRUCCIÓN.					☐ SÍ
☐ (26) EL SOLICITANTE DISPONE DE UN INFORME DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICA REALIZADO POR ESTA OFICINA PARA LA MISMA INVENCION				NÚMERO DE ITP:	

Ejemplar para el solicitante

7. (27) ÍNDICE DE DOCUMENTOS QUE SE ACOMPAÑAN / FECHA Y FIRMA

☒ DESCRIPCIÓN N.º PÁGINAS: <u>7</u> ☒ N.º DE REIVINDICACIONES: <u>6</u> ☒ DIBUJOS N.º PÁGINAS: <u>4</u> ☐ LISTA DE SECUENCIAS. N.º PÁGINAS: <u> </u> ☐ SOPORTE LEGIBLE POR ORDENADOR DE LISTA DE SECUENCIAS ☒ RESUMEN ☐ FIGURA A PUBLICAR EN BOPI N.º: <u> </u> ☐ DECLARACIÓN DE RENUNCIA A SER MENCIONADO/S COMO INVENTOR/ES ☐ JUSTIFICANTE DEL PAGO DE TASA DE SOLICITUD ☐ JUSTIFICANTE DEL PAGO DE TASA DE IET ☐ JUSTIFICANTE DEL PAGO DE TASA DE PRIORIDAD ☐ JUSTIFICANTE DEL PAGO DE TASA DE EXAMEN SUSTANTIVO ☐ INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA. N.º HOJAS: <u> </u> ☐ DOCUMENTACIÓN RELATIVA A REDUCCIÓN DE TASAS ☐ OTROS:	FIRMA DEL SOLICITANTE O REPRESENTANTE  FIRMA DEL FUNCIONARIO 
---	---

Ejemplar para el solicitante

OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS, O.A. (OEPM)
Paseo de la Castellana, 75 - 28071 Madrid (España)

5101 (04.17)

Pág. 3 de 3

8.7 Conclusión

En este capítulo se desarrolló la solicitud del modelo de utilidad, incluyendo todos los elementos necesarios. Con ello se termina el objetivo esencial del proyecto que era poder crear una invención y patentarla, es decir obtener por medio de algún medio una protección legal.

Se ha preferido un modelo de utilidad en lugar de una patente debido a que la cantidad de las tasas es menor para el primer caso.

En el siguiente capítulo y ultimo de este Trabajo se expondrá unas conclusiones del proyecto global además de incluir unas futuras líneas de investigación.

Capítulo 9

Conclusiones y Futuras líneas de Investigación

9. Conclusiones

9.1 Introducción

El proyecto concluye con el diseño de un exoesqueleto, con unas innovaciones en relación con el problema que se pretendía resolver, en concreto, la mejora de la adaptabilidad y comodidad para los usuarios, que son aquellos niños que sufren parálisis cerebral infantil (PCI).

A lo largo de estos capítulos se han ido desarrollando los distintos objetivos que se propusieron al comienzo, en el capítulo 1, para poder concluir en el propósito principal, el diseño de este exoesqueleto.

En este capítulo se realiza una evaluación del cumplimiento de estos objetivos y finalmente se establecerá unas futuras líneas de investigación.

9.2 Conclusiones

El inicio del proyecto comenzó con un estudio de la enfermedad que padecen estos niños (PCI). Se realizó un análisis de cómo afectaba esta enfermedad a estos niños, cuáles eran sus necesidades y en qué medida se podía mejorar su calidad de vida. Se observó que estos niños eran torpes, descoordinados y lentos, sus movimientos no eran eficaces y se tropezaban. Se planteó crear un aparato ortopédico que pudiese corregir en la mayor medida sus pasos y mejorase su forma de caminar de manera que aumentase su independencia.

Cuando se seleccionó el ámbito de estudio, en concreto los exoesqueletos, se seleccionaron todas las patentes de aparatos ortopédicos destinados a las extremidades inferiores. Estas patentes se analizaron y se clasificaron por años y por países para saber qué países eran promotores de esta tecnología y durante que años. Estas patentes fueron clasificadas en función del problema que se proponían resolver.

El diseño del exoesqueleto se centró en la resolución de un problema en especial, mejorar la adaptabilidad y la comodidad del niño. Principalmente el primero pues los niños al estar en fase de crecimiento, sus características morfológicas cambian rápidamente. De manera que se proponía hacer un diseño que se pudiese adaptar a las características cambiantes de estos niños. El diseño ha buscado en todo momento la sencillez y simplicidad para resultar lo más económico posible y poder ser accesible a la mayor población posible.

Cuando se tuvo la innovación se realizaron dos análisis, uno cinético y otro dinámico. Estudios que verificaron con éxito, que la innovación podía ser soportada por los movimientos del ser humano y las reacciones que soportaría.

Finalmente, una vez obtenidos todos los elementos que iban a formar parte del exoesqueleto, se quiso hacer un diseño que no solo fuese funcional, sino que también fuese estético. Aquí es donde aparece la “Ingeniería Kansei”, técnica que pretende evocar emociones a los usuarios en los productos diseñados. Para este objetivo, primero se realizó una encuesta, realizada a participantes aleatorios. Para cuantificar esta respuesta se empleó un modelo matemático, unas regresiones lineales múltiples. Esta respuesta se analizó para obtener que propiedades y sub-propiedades del exoesqueleto producían las emociones o sentimientos que se buscaba evocar. De manera que se eligieron aquellos elementos que se demostró que provocaban esos sentimientos en el usuario.

Por último, tras haber estudiado a fondo la propiedad industrial, en el segundo capítulo, especialmente, las patentes, además de haberlas tenido presentes durante todo el proyecto, se ha realizado con éxito el modelo de utilidad de esta innovación.

9.3 Futuras líneas de investigación

El propósito de cualquier diseño es poder llegar a ser usado, para ello es necesario su fabricación. El uso de este exoesqueleto puede abrir la puerta al planteamiento de nuevos problemas a los que otras personas pueden seguir investigando para resolver estos posibles nuevos problemas. Toda innovación es susceptible a ser modificada para

mejorarla. Pues el conjunto de pequeños cambios a lo largo del tiempo, al final crea un gran impacto. Esto es la base de lo que hoy en día se conoce como progreso tecnológico.

Estas ideas pueden abrir paso a nuevas líneas de investigación que pretenden optimizar la ergonomía del exoesqueleto y de sus usuarios, además de reducirles las molestias.

Capítulo 10

Bibliografía

10. Bibliografía

Álvarez Loya, Irving, 2017. Diseño de los elementos mecánicos de un exoesqueleto para personas con pérdida de movilidad en extremidades inferiores. Proyecto de Fin de grado. Escuela Superior de Ingeniería, Mecánica y Eléctrica. Ciudad de Méjico.

Anónimo. Capítulo 6: Locomoción humana Normal. Consulta online, 2018.
<http://www.oandplibrary.org/reference/protesica/LLP-06.pdf>.

Aretzs, Beatrice, 2015. Development of an innovative hand prothesis. Proyecto de Fin de Grado. Universidad Pontificia Comillas (ICAI), Madrid.

Buitrón Prats, Manuel, 2016. Prótesis Vertical de implantación quirúrgica. Proyecto de Fin de Grado. Universidad Pontificia Comillas (ICAI), Madrid.

Clínica Mayo, Parálisis cerebral infantil, 1999-2018. Consulta online, 2018:
<https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/cerebral-palsy/symptoms-causes/syc-20353999>

Córdoba Roldan, Antonio, 2010. “Ingeniería Kansei: Diseño estético de productos”, Revista DYNA, Volumen 85 nº6.

Derecho en Red. Derechos y obligaciones del titular de la patente, 2013. Consulta online, 2018.
<https://www.derechomercantil.info/2013/06/derechos-obligaciones-titular-patente.html>.

El Financiero, 2018. El inventor con más patentes de EU.
<http://www.elfinanciero.com.mx/tech/el-inventor-con-mas-patentes-de-eu>

Epacenet, Patent Search, 2017. Consulta Online, 2018.
https://worldwide.espacenet.com/singleLineSearch?DB=EPODOC&REF=yes&ST=singleline&bcId=0&locale=en_EP&query=%09WO0028927

Gutiérrez Rioperez, Jorge, 2016. Diseño de un clavo intramedular. Proyecto de Fin de Grado. Universidad Pontificia Comillas (ICAI), Madrid.

Hekkert, Paul, 2002. Diseño de experiencias. <http://www.knowcx.com/blog/diseño-de-experiencias-de-cliente-ingeniería-kansei/>.

Mas, María José, 2015, Parálisis Cerebral Infantil (PCI), consulta online, 2018: <https://neuropediatra.org/2015/03/04/tipos-de-paralisis-cerebral-infantil/>.

Mañero de Lojendio, Ignacio y García de Garmendia, Antonio, 2016. El Diseño Kansei, Y su aplicación en la invención de una muleta de ayuda a la movilidad. Anales. Asociacion Ingenieros ICAI

Mañero de Lojendio, Ignacio, 2016. Sistema ergonómico de amortiguación en muletas. . Proyecto de Fin de Grado. Universidad Pontificia Comillas (ICAI), Madrid.

Oficina Española de Patentes y Marcas, Propiedad industrial. Consulta online, 2018. http://www.oepm.es/es/propiedad_industrial/index.html.

Organización Mundial de la propiedad intelectual, (OMPI), 2018. Convenio de Paris para la protección de la Propiedad Industrial.
http://www.wipo.int/treaties/es/text.jsp?file_id=288515

Pérez Marcial, F, 2011. Diseño, Análisis y Modelado Cinemático de un Exoesqueleto Pasivo de Extremidad Inferior con Propósito de Rehabilitación. Tesis Licenciatura. Ingeniería Mecatrónica. Departamento de Computación, Electrónica y Mecatrónica, Escuela de Ingeniería, Universidad de las Américas Puebla.

Rodríguez de Andrés, Paloma, Sin año. Ingeniería Kansei y su aplicación en el diseño emocional de bibliotecas. Proyecto de Fin de Grado. Universidad Politécnica de Valencia.

Samaniego L'Huillier, José María, 2016. Modelo del movimiento de una pierna mientras camina basado en EDO. Proyecto de Fin de Grado. Universidad de Chile. Facultad de ciencias físicas y matemáticas. Santiago de Chile.

Seriñá Rodríguez, I. Gestión de la propiedad industrial: Solicitud y registro de patentes. Consejera Técnica Departamento Patentes e IT (OEPM). Consulta online, 2018: <http://www.camaramadrid.es/doc/linkext/2-1-49.pdf>.

Vera Luna, Pedro, 2006. Biomecánica de la marcha humana normal y patológica. Instituto de Biomecánica de Valencia.

Anexos

Anexo A

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
EP0782843	9/7/97	Ferrati, Benito			Aparato para rehabilitación. Exoesqueleto adaptado para soportar el cuerpo del usuario, constituido por articulaciones. Una unidad programada para controlar los actuadores para mover el exoesqueleto y con ello al usuario, para que camine. Una unidad de control que encienda, apague y disponga de comandos de velocidades, para modificar la velocidad. Incluye un casco que haga ver al usuario imágenes virtuales. Y una estructura para dar firmeza y soportar al usuario
EP0911015	28/4/99	Ferrati, Benito			Es un aparato para rehabilitación. Consta de un casco para simulación virtual. Es un exoesqueleto que soporta el cuerpo del paciente, está equipado con micro-cilindros y diseñado para mover las articulaciones del exoesqueleto. Una unidad de control, que controlará los micro-cilindros. También dispondrá de un control remoto para iniciar o parar el anda.
WO0119461	23/12/03	Paul B. MacCready Jr	Aerovironment, Inc	Cuando una persona corre o anda al mover sus extremidades, sus músculos se contraen y se estiran. En este proceso la longitud de las extremidades varía ligeramente. Se necesitan estructuras capaces de seguir este movimiento.	A través de un sensor en contacto con el musculo se determinará la fase del musculo, de manera que se pueda alargar o acortar la estructura en el momento necesario. Cuando el pie toque el suelo, la estructura se bloquea e impide su desplazamiento.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
AU7064200	20/5/04	V. Reggie Edgerton M. Kathleen Day Susan Harkema Antal K. Bejczy James R. Weiss		Técnica que se está empleado mucho para pacientes con medula espinal dañada, denominada en inglés “body weight support training” (BWST). El paciente camina sobre una cinta con ayuda manual del terapeuta. Es probable que se necesite a más de un terapeuta. Esta técnica varía dependiendo del terapeuta. El terapeuta ayudara a efectuar el movimiento, pero no podrá hacer que el paciente efectué un movimiento preciso. Tampoco podrá proporcionar ni la fuerza, ni el par, ni la aceleración necesarias.	El exoesqueleto robótico tiene un sistema de control y unos sensores que aportan información al sistema de control. El cuál proporciona el seguimiento y la presión necesarias. Mientras las piernas son movidas con una forma de caminar realista, se aplica un mecanismo para a los músculos y tendones de la zona para estimular la recuperación de las extremidades inferiores.
EP1410780	12/8/04	Yasushi ikeuchi Hisashi Katoh Takashi Hirata	Honda Motor	los sistemas convencionales para caminar no son capaces de detectar si la superficie es plana, si presenta inclinación o si son escaleras. De manera que es posible que se aplique un par excesivo o escaso.	Este aparato proporcionará un par, este par se generará en función de unas medidas. La primera mide la cantidad de trabajo alrededor de una articulación del cuerpo, la segunda igual pero externa. También se dispondrá de sensores que informaran de la inclinación de la superficie.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
WO02092164	2/9/04	Roland Brodard Reymond Clavel		A día de hoy los terapeutas colocan a los pacientes verticalmente, por medio de cinturones y cuerdas se les sujetan. Después, con ayuda manual del terapeuta se intenta que recuperen fuerza en los músculos de las extremidades inferiores. Este método hace que los movimientos del paciente sean lentos e imprecisos. Además, el terapeuta se cansa rápido, con lo cual las sesiones serán cortas y se harán pocas repeticiones reduciendo la eficacia de dicho método. Aunque, no se puede obtener “feedback”, además el control de la amplitud y de la velocidad es muy sensible y difícil cuando se emplea cargas (resistencia) adicional. El control debe ser preciso, repetitivo y fiable para mover las extremidades. Pues debe ser moderado y progresivo. Los efectos de inercia y gravedad y fricción del exoesqueleto afectan al paciente	El objetivo de este entrenamiento es recuperar y mantener la capacidad funcional de las extremidades inferiores, manteniendo el peso del cuerpo en posiciones vertical. Incluso pasar de posición agachada a posición vertical y al revés. El objetivo es optimizar los movimientos reduciendo la energía cinética al final del paso y así mantener un movimiento constante. De manera que en el inicio del paso se necesite la mínima fuerza compensada por la pérdida de energía cinética. Este aparato consiste en comprimir un aparato mecánico ortopédico y un aparato neuromuscular estimulador que comprime por lo menos un par de electrodos que actúan en el musculo. Lleva un sensor angular y un sensor para detectar la fuerza. Los efectos de inercia y gravedad y de fricción deben ser neutralizados. Presenta un control por software (“closed-loop” control). El software tiene un modelo matemático para modelar las características y movimientos del aparato, y otro modelo del comportamiento de los músculos.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
WO0028927	23/11/04	Gery Colomo Matthias Joerg Peter Hostettler	Hocoma AG.	Hay entrenamientos para pacientes con daños en la medula especial para recuperar sensibilidad de las extremidades inferiores. Hay entrenamientos que suponen un gran esfuerzo para el terapeuta con lo cual se hacen cortos y no óptimos del todo. El aparato tiene que ser diseñado de manera que no se creen puntos de presión en el paciente	Presenta unos pesos que suspenden al paciente, quitándole peso que tienen que aguantar, de esta manera tienen que centrarse más en mantener el equilibrio. Es un aparato que dirige las articulaciones de la rodilla y cadera y se adapta al paciente.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
EP1442704	9/12/04	Tetsuya Ido		Algunos métodos emplean sensores de presión en la suela. Sin embargo, estos, no pueden determinar si está andando o si está subiendo o bajando escaleras o pendientes. Además, la distribución de presiones varía según la forma de la suela del zapato, llevando a que las condiciones de anda detectadas sean erróneas. Los sensores estarán conectados a una unidad por medio de cables, resultando incómodo para el usuario. Las condiciones de anda pueden ser también erróneas porque la longitud de la pierna cambia al flexionar y extender la pierna. Además, si el usuario es bajito, puede determinar que está ascendiendo y al revés si es alto. Todo esto que lleva a determinar condiciones erróneas de anda, la consecuencia es que se aplica un par que no es el adecuado.	Está equipado con medios para medir la velocidad o la aceleración y un medio para almacenar la información. Un patrón de terrenos será definido para poder determinar por medio de parámetros si está ascendiendo o descendiendo escaleras, pendientes o simplemente andando. Este invento no incluye cables que puedan molestar al usuario. Dos de los parámetros que se medirán son: la velocidad angular y la aceleración angular. Esta velocidad será comparada con los patrones almacenados, y se determinará si asciende, desciende o en llano. El aparato tiene un segundo almacén donde guarda las distancias de articulación a articulación y un sensor en el tobillo para medir ángulos en el.
WO2005099398	9/12/04	Behzad Dariush		La idea es desarrollar un algoritmo que controle el exoesqueleto. La clave es minimizar la diferencia entre el movimiento voluntario del usuario y el movimiento artificial externo del control	La idea es proporcionar un par que reduzca la carga en los músculos. Se usarán las fórmulas de fuerzas y el equilibrio de momentos de los elementos. El par será aplicado en articulaciones para compensar el momento que se produce por la gravedad

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
EP1547567	11/8/05	Ken Yasuhara Yoshihiro Miyake	Honda Giken Kogyo Kabushiki Kaisha	Aparatos que se programan con un cierto ritmo al caminar, puede no coincidir con el deseado por el usuario. Si se programa un ritmo lento y el usuario desea caminar más rápido, (o al contrario), se mostrara una incomodidad por parte del usuario.	Es posible adaptar el aparato al ritmo de caminar del usuario, calculando una diferencia de fase entre el ritmo de caminar del individuo con el ritmo asistido por el aparato. Para calcular esta diferencia de fase, se calculará la velocidad angular del usuario. El aparato tendrá una velocidad angular, y según vaya cambiando la velocidad angular del caminar del usuario, la velocidad angular del aparato para andar se ira adaptando a la del usuario y así con cada cambio detectado del usuario. También se detentara si el usuario camina en superficie plana o pendiente ascendente o descendente (fase positiva o negativa)
EP1547568	29/6/06	Hiroshi Kudoh, Hisashi Katoh	Honda Giken Kogyo Kabushiki Kaisha	Aparatos anteriores incluyen actuadores con motores y una reductora (engranajes), pero el hecho de que lleve una reductora hace que el tamaño del actuar sea más grande dificultando que se pueda esconder con la ropa.	Se propone una reductora compuesta por engranajes planetarios, que adaptaran la velocidad que necesite el usuario.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
EP1728492	7/12/06	Jun Ashihara Yutaka Hiki	Honda Motor C.O.	El aparato lleva elementos para soportar al usuario, y restringe severamente el movimiento de las extremidades inferiores con lo cual tiene un gran momento de inercia al mover los miembros inferiores. Se necesita un aparato que sincronice el movimiento de usuario con el del aparato. Este gran momento de inercia produce cansancio y fatiga al usuario.	El impulsor para la articulación de la rodilla (muy pesado) se localiza en el tronco del usuario, reduciendo el momento de inercia y la energía consumida. Dispone de un detector (“lifted phase” y “landed phase”) y un controlador (para controlar el impulsor de la articulación de la rodilla). El aparato proporciona una fuerza que reduce la carga impuesta por el usuario.
AU2006236579	15/3/07	Russdon Angild Nathan H. Harding Homayoon Kazerooni	The Regents of University of California	Muchas personas tienen dificultades para llevar peso, sobre todo caminando por pendientes o subiendo o bajando escaleras.	El exoesqueleto consta de dos soportes para las piernas que conectan con el suelo. Tiene generador de par, que proporciona un par al usuario cuando sube o baja tanto pendientes como escaleras.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
WO2006022057	6/6/07	Ashihara Jun, K. K. Honda Gijutsu Kenkyusho Wako-shi	Honda Motor CO	Los aparatos convencionales que ayudan andar, donde un actuador produce la fuerza para realizar el movimiento, se usa un control con realimentación, de forma que, si el motor y el circuito se diseñan de tal manera que la respuesta sea rápida, puede que sea muy voluminoso, pesado y caro. El aparato no podrá general la fuerza necesaria ante un efecto reflejo del usuario, pudiéndose caer este.	El aparato tiene por lo menos dos articulaciones la de la cadera y la de la rodilla, y controlador que calcula la fuerza para cada articulación para reducir el esfuerzo de flexionar la correspondiente articulación y controla cada actuador. También dispone de un sensor que detecta el estado de caminar, una unidad que detecta un estado anormal en el anda de acuerdo con la señal de salida del sensor, una unidad que se encienda para comunicar un estado anormal y así el controlador pueda comunicar al actuador que debe cambiar la fuerza que proporciona para adaptarse a la necesaria en ese momento.
EP1842518	3/6/08	Yoshiyuki Sankai		El aparato que proporciona ayuda asistida al usuario está basado en parámetros cinéticos (peso, momento de inercia y el coeficiente de viscosidad), además estos parámetros pueden diferir en el mismo usuario dependiendo de la ropa que lleve o de la condición física, de manera que al iniciar el aparato estos parámetros son desconocidos, y el cálculo del par que proporcionara el aparato se basa en estos parámetros. También aparatos de este tipo, que sean usados por más de un usuario, lo	Para solucionar los problemas se propone incorporar un controlador, que obtendrá bioseñales del usuario, para poder calcular dichos parámetros cinéticos y poder adaptar el par a las necesidades del usuario

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
				más probable es que no tengan los mismos parámetros cinéticos.	
WO2006070505	26/6/08	Jun Ashihara, Yosuke Endo, Yutaka Hiki, Toru Takenaka	Honda Motors CO	La estructura restringe el movimiento del usuario produciendo incomodidad en él. También se pide que la estructura sea capaz de soportar el cuerpo del usuario y que la estructura pese a reducir la carga en las piernas.	Es un exoesqueleto que consta de una estructura que soporta el aparato (esto reduce la carga en el usuario). Consta de una parte que se ata al cuerpo del usuario, un contacto para el suelo, una articulación, un actuador para dirigir la articulación y una unidad de control para dirigir el actuador.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
US2006064047	30/9/08	Kel Shimada Tatsuya Noda	Honda Motor C.O.	Hay aparatos que permiten balancearse solamente hacia delante y hacia atrás, pero también es necesario poder moverse un poco hacia los lados, de manera que produce incomodidad en el usuario. Para mejorar algo este asunto, se ha intentado construir la articulación de la rodilla de algún material flexible. Cierta incomodidad con el marco de la cadera.	El aparato lleva dos actuadores a cada lado de la cadera y otros dos más en la rodilla, que permite moverse hacia delante y hacia atrás. El enganche de la parte superior de la pierna esta soportado de tal manera que permite cierto movimiento hacia los lados. Tiene un actuador de ajuste expandible que permite ajustarse al usuario (si es usado por más de una persona). El ajuste del actuador lleva un amortiguador para expansión y contracion del marco de la pierna superior. El amortiguador absorbe posibles impactos. El mecanismo consta de engranajes planetarios.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
US2005258210	4/11/08	Conrad Chu	Conrad Chu	Suelen colocarse mochilas, cuyo peso se transmite a las caderas del usuario. Otros aparatos llevan elementos que transmiten el peso al suelo, pero esos se diseñan bajo la suposición de que el peso del usuario no es soportado por la estructura. Hay aparatos que requieren cubrir el torso del usuario, pero estos aparatos no suelen ser útiles cuando se necesita mantener los miembros superiores libres y desocupados. Hay otros exoesqueletos que se han creado con actuadores, pero estos actuadores requieren mucha energía. Se necesita que la tecnología de los actuadores se desarrolle y avance para que sea factible implementarlos en exoesqueletos.	El aparato consta de un mecanismo de presión, que se bloquea cuando el balancín pasa la posición de equilibrio. Este mecanismo consta de muelles y de hidráulicos. El peso se transmite al balancín, y este lo transmite al suelo. La estructura es rígida, con lo cual parte del peso se transmite al suelo.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
EP1905407	27/11/08	Jun Ashihara Yutaka Hiki	Honda Motor C.O.	Si la unión de la pierna se dobla sobre todo cuando el usuario está de pie (recto). La línea de referencia es considerablemente vertical. De manera que si la segunda articulación (rodilla) se proyecta hacia delante de la línea de referencia, el peso de la unión de la rodilla y la fuente impulsora coaxial con la segunda unión (rodilla) se genera un momento hacia delante inclinando la dirección alrededor de la tercera articulación (la del tobillo). Lo mismo pasa si es hacia atrás.	Cuando el usuario está de pie, el peso de la unión de la pierna genera un par alrededor de la tercera articulación (tobillo). Sin embargo, el “weight member” se localiza en el lado opuesto de la segunda articulación (rodilla), así que el “weight member” genera un par en la dirección opuesta al que es creado. De manera que la suma de ambos pares genera un par neto nulo, consecuentemente se mejora la estabilidad.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
WO2007007484	5/2/09	Tetsuya Ido	Honda Motor C.O.	Dificultad para proporcionar la fuerza necesaria, acorde con la fuerza que proporciona el aparato y con la que necesita el usuario en cada momento. También la fuerza de reacción del suelo puede ser distinta en cada pierna, pues el aparato no es capaz de proporcionar la fuerza necesaria, que es distinta para cada pierna. El control que dirige las articulaciones de la rodilla, de la cadera y del tobillo, necesitan cálculos dinámicos complejos para proporcionar la fuerza y en ocasiones se obtienen erróneos.	Este invento se ha creado de manera que es posible reducir la carga en el usuario, incluso cuando cada pierna se esté moviendo. La segunda articulación (rodilla), permite doblarse y estirarse (puede estar constituido por una articulación transitoria). La fuerza que soporta es transmitida a la unión de la pierna del “foot-mounted assembly” a través de la tercera articulación (tobillo). Se asume que en esta articulación la fuerza de soporte que actúa en el “leg-link” se convierte en un vector de fuerza traslacional, siendo la línea de acción, la línea que conecta los puntos de la primera y la tercera articulación. Las correlaciones entre la fuerza que soporta, el par generado en la segunda articulación y el ángulo de inclinación de la segunda articulación, hacen posible detectar el par que necesita cada actuador de cada pierna.
EP1905406	19/2/09	Yasushi ikeuchi Tatsuya Noda	Honda Motor C.O.	Falta de tecnología para dividir la fuerza en ambas piernas. De manera que hay posibilidades de que cada pierna reciba una inapropiada fuerza. Falta de estabilidad.	El aparato tiene una parte en la raíz de las piernas que recibe parte del peso del usuario. Un par de estructuras para los muslos derecho e izquierdo.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
WO2006126710	13/8/09	Yutaka Hiki	Honda Motor C.O.	En inventos anteriores, se necesitaba que el cinturón de la cadera estuviera apretado para poder transmitir la fuerza de forma que producía cierta incomodidad al usuario. Debido al gran tamaño del aparato, hace que no se pueda usar en pequeños sitios. Además, el usuario fácilmente se da en las manos contra la estructura al balancear los brazos mientras anda. Cuando solo se encuentra una de los pies pisando el suelo, el asiento sufre un “rolling moment” al rededor del eje lateral de unión de la pierna en el lado del pie, que está en el suelo debido al peso de la pierna que está en el aire, causando que el asiento gire.	El sillín colocado en la entrepierna, es el que soporta parte del peso del usuario, además de proporcionar estabilidad. Los conectores y el sillín se hallan en la entrepierna de manera que el usuario no se da en las manos con la estructura y es posible su uso en pequeños sitios y también resulta más cómodo para el usuario. Las partes que se conectan tienen un grado de libertad que permite balanceos hacia delante/atrás y laterales en las uniones de ambas piernas, permitiendo que el usuario se adapte, aumentado el grado de libertad del movimiento de las piernas. Para resolver el “rolling momento” del asiento, la conexión de las partes de debajo del sillín se hace de tal manera que el eje de balanceo de ambas piernas sea el mismo, de manera que incluso el peso de la unión de la pierna levantada en el lado ese no se produce “rolling momento” en el sillín.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
JP2013082065	20/8/09	Stephen C. Jacobsen, Marc Olivier		Seria ventajoso desarrollar un exoesqueleto portable que fuese capaz de realizar los movimientos humanos simultáneamente a los del usuario, sin basarse en trayectorias de movimientos predefinidos.	El aparato lleva acoplados una serie de sensores lineales y rotaciones de fuerza a la estructura del exoesqueleto cerca de las manos y de los pies. Con la señal de salida de los sensores y la fuerza y dirección de la gravedad relativa a la estructura del exoesqueleto, el sistema calcula la fuerza lineal y rotacional necesaria para mantener estable el exoesqueleto.
EP1932567	29/10/09	Ken Yasuhara	Honda Motor C.O.	El ritmo de caminar que proporciona el aparato, no es capaz de seguir el cambio repentino del ritmo del usuario, creando incomodidad en el usuario	El aparato tendrá una velocidad angular, en todo momento se ira midiendo la que impone el usuario. En cuanto sean diferentes, se modificara la del aparato y se incorporara al aparato la impuesta por el usuario

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
EP1889592	17/12/09	Takashi hirata Kel Shimada Takuko Fuji	Honda Motor C.O.	Personas con problemas para andar que tienen una falta de fuerza en los músculos. En el proceso de contraer y relajar el musculo del femoral, el aparato comprime el muslo y luego se queda suelto. Esto también resulta desagradable para el usurario. Y no se puede emplear materiales flexibles porque no proporcionan la fuerza necesaria al musculo.	El elemento que rodea el femoral es una almohadilla de aire que permite deformarse de manera que se adapta perfectamente tanto cuando el usuario contrae o relaja el musculo del femoral. La posición del brazo que transmite la fuerza, es fija con respecto a la dirección rotacional (consecuentemente la posición del actuador, cerca de la articulación de la cadera y femoral permanece fija también) esto permite que no se afloje durante su uso.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
US2009255531	7/1/10	Douglas E. Johnson, John A. Hauck, Odd Osland, Mark T.		Se han desarrollado exoesqueletos para soldados que ayudan a cargar más fuerza de la que podrían sin el exoesqueleto. El motor del exoesqueleto debe estar regulado por sensores y controles, está dirigido por hidráulicos, neumáticos, muelles u otro tipo de sistema mecánico monitorizado. Estos dispositivos pueden ser voluminosos y costosos y no reducir el esfuerzo en el cuerpo producido por la gravedad. También existen aparatos de rehabilitación que constan de una estructura que mediante correas se conecta al cuerpo y se eleva parte de este, disminuyendo el propio peso que tiene que cargar el usuario. Sin embargo, estas correas producen puntos de presión y aprietan el cuerpo produciendo incomodidad en el usuario. La nasa ha desarrollado un sistema que utiliza una diferencia de presión de aire, para proporcionar un “lift” uniforme al cuerpo. Este diferencial de presión se aplica a las extremidades inferiores, y se crea una fuerza que parcialmente contrarresta la gravitacional. Sin embargo, este	Se pretende crear un traje de aire presurizado para rehabilitación de personas con algún tipo de lesión en alguna de sus extremidades. Tiene un soporte externo, para quitar parte del peso del usuario. Consta de soportes externos para acoplar el cuerpo al traje y un control cíclico que modifica la diferencia de presión dentro del traje. El traje es flexible para que se adapte bien. El sistema proporciona buena postura, mejora del sistema circulatorio.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
				sistema es muy costoso y requiere una entrada y una salida voluminosas. También existen trajes de aire presurizado, que proporcionar fuerza contra los músculos. Trajes de aire presurizados no habían sido usados anteriormente para rehabilitación.	

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
WO2008155944	25/2/10	Yasushi ikeuchi , Jun Ashihara	Honda Motors CO	Cuando el usuario está en contacto con el sillín, el aparato soporta parte del peso del usuario. Cuando el sillín se eleva, la unión de la pierna también, de manera que el peso del conjunto incluyendo la fuerte de energía se convierten en una carga. De manera que puede que el sillín no se eleve adecuadamente, y es probable que se necesite ayuda cada vez que se suba el usuario.	El aparato consta de un sillín, de una fuente que dirige la unión de la pierna en dirección que empuje el sillín. Parte del peso del usuario se soporta por la unión de la pierna a través del sillín. El sillín lleva una parte soportadora para levantar el sillín fácilmente y así que el propio usuario pueda montarse fácilmente. Se desea que incluya una unidad de control. La unidad que dirige y detecta cuando esta subido el usuario. También se incluirá una unidad de control para dirigir la unión de la pierna que empuja el sillín hasta que este toque la entrepierna del usuario, facilitando la montura del aparato. También se incluirá un contacto con el suelo, al final de la unión de la pierna que llevará sensores para detectar este contacto. También llevara un sensor de fuerza, que determinará la fuerza que se proporcionará al usuario para facilitar su anda.
WO2009050839	25/2/10	Ken Yasuhara	Honda Motor CO		El aparato proporciona ayuda asistida para caminar. Consta de un dispositivo que controla la fuerza que se dará al usuario. La idea es que ayude a flexionar y a extender la pierna.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
WO2008023505	18/3/10	Jun Ashihara Hiroshi Kudoh	Honda Motors CO	El sillín soporta al usuario cuando está de pie, con cada pie a cada lado, cuando este se propone a caminar, el sillín tiene la posición anterior de manera que el usuario siente cierta incomodidad.	El sillín está conectado al soporte, de tal manera que permite giros laterales, reduciendo la resistencia a la que se opone el usuario al caminar. También el sillín está colocado con cierta inclinación favoreciendo la comodidad.
WO2008123040	27/5/10	Yoshiyuki Sankai		Para rehabilitar a personas con lesiones, uno de los métodos es aplicar una carga a los músculos o una fuerza externa. Todo esto con ayuda de un doctor. En ocasiones hay problemas de comunicación entre el paciente y el doctor, pues el paciente no es capaz de describir apropiadamente que es lo que siente en el proceso de rehabilitación.	Lleva incorporado biosensores para poder obtener información del avance del paciente. Y una unidad de almacén que va almacenando las bioseñales. Y un sistema para calibrar el dispositivo para que se adapte a los diferentes usuarios.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
US2008318739	8/6/10	Jun Ashihara Yutaka Hiki Hiroshi Kudoh Tatsuya Noda Yasushi Ikeuchi	Honda Motor C.O.	En otros aparatos, el aparato produce incomodidad en el paciente al estar atado al muslo. También es necesario implementar una fuente que dirija las articulaciones incrementando el precio del aparato. Para resolver estos problemas, se incluirá un dispositivo que transmitirá parte de la carga. Una fuente que dirija la tercera articulación. También se necesita instalar una batería, que se sitúa en una mochila en la espalda. Aunque, el hecho de llevar una mochila puede producir incomodidad. Además, la batería y la fuente que dirigen tienen un peso considerable. Además, el momento de inercia alrededor de la primera articulación de la unión de la pierna puede incrementarse por colocar en una altura considerable el peso de la batería y la fuente, consecuentemente crece el peso aplicado sobre la pierna libre.	La distancia entre la segunda y la primera articulación es variable (existencia de un rail). La batería y la unidad que dirigen se sitúan a la altura de la tercera articulación, de manera que el momento de inercia disminuye. Como el usuario solo se tiene que sentar en el sillón se elimina la incomodidad que producen las correas y demás medios para ajustar el exoesqueleto al cuerpo.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
JP2009095645	5/8/10	Takashi hirata, Taiji Koyama	Honda Motor C.O.	La estructura que cubre el femoral al ser rígida produce incomodidad en el usuario. Aquellos inventos que usan almohadillas para colocarlos alrededor del muslo, no se distribuye bien la presión, al transmitir la fuerza no se hace adecuadamente y no reduce el esfuerzo que debe realizar el usuario y sigue siendo incómodo para el usuario.	Para solucionar la incomodidad, se propone uso de correas, de cinturón de material flexible, uso de almohadillas hechas de un material con un coeficiente friccional bajo. En este caso en concreto, se usa una estructura rígida y un cinturón flexible al rededor del femoral y por medio de un actuador que llevará incorporado proporcionará la fuerza necesaria para el usuario. La parte posterior del femoral es la que recibe la fuerza a través del cinturón flexible, el cual puede admitir un gran cambio de forma haciendo que se adapte favorablemente y además limita la máxima presión y minimiza la incomodidad del usuario. En la parte trasera del femoral solo existe el cinturón flexible así el usuario puede sentarse sin estar incómodo.
US7628766	12/8/10	Homayoon Kazerooni, Adam Zoss, Andrew Chu, Jean-Louis	The Regents of University of California	Exoesqueletos robóticos para aumento de fuerza y rehabilitación se están intentando desarrollar.	Los soportes de las piernas tienen una serie de actuadores que proporcionar par para ayudar al movimiento natural de las piernas.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
WO2008155936	15/8/10	Tatsuya Noda	Honda Motor CO	En exoesqueletos anteriores, el motor y la fuente que dirige se colocan en una mochila en la espalda del usuario, haciendo que carguen peso y en consecuencia, sea incómodo. Se plantea que estos componentes estén integrados en la estructura. En aparatos anteriores, en los que los componentes eléctricos estaban instalados en la unión de la pierna, cuando están en funcionamiento sube la temperatura de este elemento, haciendo que el usuario este incómodo por el aumento de temperatura.	Se colocará un ventilador en la unión del sillín con las barras a lo largo de las piernas. Así el aire que proporciona el ventilador enfriará los componentes eléctricos. Al colocarlo en la zona de unión, hace que el sillín también se enfríe evitando que el usuario note la subida de temperatura. Los componentes electrónicos pueden colocarse en la unión del segundo miembro, lo único que se modificaría la posición del centro de gravedad.
WO2009044502	16/9/10	Ken Yasuhara, Kei Shimada, Yosuke Endo	Honda Motors CO	A veces la fuerza que proporciona el aparato no es suficiente para el usuario.	El exoesqueleto consta de una estructura que conectada con un actuador y a un controlador para controlar la fase y la magnitud de la salida del actuador. Se medirán las velocidades y aceleraciones angulares.
WO2007103579	8/2/11	Homayoon Kazerooni, Adam Zoss, Nathan H. Harding, Russdon Angold	The Regents of University of California	El caminar del ser humano es cíclico. Existen oportunidades para crear un aparato que sea capaz de producir energía con el movimiento al andar una persona.	

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
WO2009082249	17/3/11	Ken Yasuhara, Kei Shimada, Yosuke Endo	Honda Motors CO	Se necesita algún aparato que proporcione fuerza a personas que tienen algún tipo de lesión en sus extremidades inferiores.	El exoesqueleto consta de un miembro rígido de soporte para la pelvis, que llevara un sistema de agarre de seguridad. Una estructura para la parte superior de la pierna, una estructura para la parte inferior de la pierna. Tendrá un actuador en la rodilla. Una fuente de energía. Un sistema de control.
WO2010036791	7/7/11	Russdon Angold, Nathan H. Harding, Jon William Burns, Adam Brian Zoss	Berkeley Bionics	Todavía se espera que se invente un aparato que sea compacto y pueda llevarlo una persona y además proporcione la fuerza necesaria para ayudar a una persona a llevar una carga.	Este aparato está destinado a las extremidades inferiores, en particular, para cadera y rodilla. El generador de par para la cadera incluye un actuador hidráulico que lleva un pistón. También lleva un sistema mecánico para la transmisión del movimiento conectado al actuador hidráulico de la cadera. Una bomba hidráulica, que es manejada por un motor eléctrico. También lleva un generador de par para la rodilla, con un actuador hidráulico lineal que tiene un pistón. Tiene una válvula situada entre el actuador hidráulico lineal de la rodilla y el circuito hidráulico para regular el caudal del fluido empleado. Lleva válvulas pilotadas.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
WO2010052824	8/9/11	Hideaki Takahashi, Taiji Koyama, Hideo Shimizu	Honda Motors CO	En el caso de que el femoral este soportado por una cascara semicilíndrica (normalmente se hacen de un material rígido) hace que no sea posible que encaje bien al usuario y, en consecuencia, que sea incómodo. Cuando el aparato tiene unas almohadillas (en la parte de delante y de atrás), la presión de contacto en el femoral está relativamente localizada, de forma que la fuerza para ayudar a caminar no puede ser transmitida sin causar presión e incomodidad al usuario.	En este aparato el cinturón es flexible. La parte libre de la estructura al final del femoral llevará una almohadilla. Por lo menos unos de los cinturones flexibles y almohadillas constan de una superficie con un material con un coeficiente bajo de fricción. Tanto el cinturón como la almohadilla pueden girar al rededor del eje sagital.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
WO2010053086	15/9/11	Yasushi ikeuchi	Honda Motors CO	No está claro como determinar la rigidez de cada elemento del exoesqueleto. Se requieren mejoras para que el usuario se sienta más cómodo.	Se define la rigidez: K1, desde el usuario hasta la primera articulación, K2 desde la primera articulación hasta la segunda y K31 desde la segunda articulación hasta uno de los pies. Cuando el usuario esta soportado por los elementos se establece $(K1+K31) < K2$. Se establece que el cociente de K2 y la suma de K31 y K1 sea 2:1, de manera que se evite que la fuerza proporcionada se vea afectada por el sube y baja, al desplazarse en la dirección de la gravedad de los elementos que forman el exoesqueleto. Para producir fuerza asistida para poder soportar parte del peso del usuario: K1 desde el usuario hasta la primera articulación y K32 desde la segunda articulación hasta el suelo. $K1 < K32$. Esto hace que el usuario se sienta más cómodo. La carga que actúa en el pie puede variar en mayor medida que la que actúa en el miembro de soporte, en la parte de abajo, incluyendo el pie que hace contacto con el suelo, tiene mayor rigidez que la parte de arriba, que hace posible disminuir la vibración del sube y baja del aparato en la dirección de la gravedad.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
WO2010070807	13/10/11	Yoshihisa Matsuoka	Honda Motor CO	La “biasing forcé” de la flexión de la rodilla provocado por el muelle, crece considerablemente con el incremento de la flexión del ángulo entre el palo de arriba y el palo de abajo. Esto produce que cuando el usuario este en una posición intermedia a sentarse o agacharse no se pueda generar la fuerza que soporta el peso del usuario dependiendo en la “biasing forcé” de la flexión de la rodilla del muelle. Lo que hace que sea necesario elevar el miembro de abajo con una fuerza mayor en contra a la “biasing forcé”.	Tiene un “biasing member” que da a la articulación una primera “biasing force” para prevenir la extensión de la flexión de la pierna decrezca por acción de la gravedad por el peso del aparato que soporta. Y cuando la extensión de la flexión de la pierna exceda el valor predeterminado el “biasing member” aplica a la articulación una segunda “biasing force” para disminuir la extensión de la flexión. La segunda “biasing force” es mayor que la primera y crece al incrementar la extensión de la flexión. El “biasing member” se coloca en la unión de la pierna. Lo anterior permite al usuario flexionar la rodilla sin sentir carga del exoesqueleto. Lo ideal sería que el “biasing memeber” fuera un muelle pudiendo cambiar sus características (elasticidad), para poder variar la compresión, es diferente la primera compresión a la segunda. Con lo anterior se puede simplificar la estructura reduciendo el tamaño y el coste.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
WO2010070879	20/10/11	Yasushi ikeuchi , Jun Ashihara, Hiroshi Matsuda	Honda Motor CO	Las 3° y las 4° unidades de transmisión de potencia están colocadas en los brazos, una en cada brazo. Cuando la potencia es impartida por estas unidades desde los actuadores una fuerza actúa, afectando al usuario.	La segunda articulación esta colocada en una posición donde la unidad que soporta el peso está restringida de balancearse relativamente de la unión de la pierna, debido a una fuerza que actúa en la unidad que soporta el peso del miembro superior a través del intermediario de la segunda articulación. De manera que si una fuerza externa, como la gravitacional actúa en la unidad que soporta el peso no se ve afectada en la parte de arriba del usuario. La segunda articulación está en una posición que el momento que es generado por la fuerza que actúa en la unidad que soporta el miembro no supera al máximo generado por la fuerza friccional entre el peso de la unidad que soporta el peso y el usuario.
WO2010079862	27/10/11	Chang-Soo Han, Jung-Soo Han, Jae-Soo Han, Seung-Nam Yu, Hee-Don Lee, Seung-Hoon Lee, Wan-Soo Kim.		El principal problema con exoesqueletos portables, que proporcionan fuerza externa a los músculos de las extremidades inferiores, es que la estructura completa tiene un peso considerablemente grande.	El final de la estructura se conectará a una especie de zapato, que se adaptará al calzado del usuario por medio de un soporte elástico de manera que parte del peso de la estructura será transmitida al suelo. Los componentes de arriba han de estar conectados rígidamente con los de abajo para que esa carga también se transmita al suelo.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
WO2010087245	15/12/11	Jun Ashihara, Yoshihisa Matsuoka, Hiroshi Matsuda, Yutaka Hiki, Makoto Shishido	Honda Motors CO	Una de sus ventajas es la posibilidad de ajustarlo a la altura del usuario. Se puede ajustar los ángulos de las articulaciones del exoesqueleto (rodillas). Sin embargo, en este caso las articulaciones se asomaran hacia delante del tronco del usuario, de manera que hay una fuerza de inercia que se incrementa en el eje vertical, además de dar una mala apariencia.	Lleva un control deslizante abrochado, “herramienta deslizante ajustadora”, una unión de engranajes conectados al actuador y un brazo balancín ajustado en uno de sus extremos conectado a la barra. La unión de engranajes está dirigida por el actuador para rotar el balancín para conectar la barra de atrás de manera que la longitud de la segunda articulación se reduzca. El número de herramientas deslizantes son mayores que el de herramientas de unión.
WO2010105773	5/1/12	Piero Dinon	M.P.D.S.R.L.	En rehabilitación de una persona siempre es necesario por lo menos la ayuda de dos fisioterapeutas, además estos no pueden hacer el movimiento constate e igual. Existen algunos robots que ayudan a andar, pero son muy voluminosos. Para obtener “feedback” algunos llevan implantados sensores, pero hacen que sean muy costosos y complejos. En este momento no se ha podido controlar el movimiento de rotación del tobillo, impidiendo controlar la posición del pie durante los la acción de dar los pasos al andar.	Todo lo anterior se logra con un robot para las extremidades inferiores, que contará de una estructura fija, un cinturón con un motor que dirija permitiendo al usuario caminar, llevara actuadores.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
US2010094188	28/6/12	Amit goffer, chaya Zilberstein		La mayor dificultad que hay con exoesqueletos que ayudan a andar es la falta de control de los aparatos de manera efectiva, segura e intuitiva. Aparatos anteriores llevan medios motorizados para impulsar las partes del cuerpo a las que están pegadas. El aparato lleva sensores para medir los ángulos de las articulaciones y sensores para los ángulos de inclinación de la parte superior del cuerpo. El usuario selecciona un modo de anda (inicio o mantenimiento del anda). Sin embargo, los medios que hay para medir la inclinación de la parte superior del cuerpo puede que no sean suficientes. Inclinar el cuerpo no comunica al aparato con que pie va a iniciar el movimiento. Además, el control está limitado, el aparato no proporciona “feedback” para monitorizar las fases y el progreso del anda y el usuario no puede alertar de situaciones de riesgo. Otros aparatos llevan sensores en contacto con la piel, que detectan las señales eléctricas neuronales del cerebro, que van a los músculos de las piernas que informan la intención de moverse. Los sensores	El aparato llevara uno o más sensores de fuerza para el suelo. Un controlador que recibirá las señales de los sensores. Y un algoritmo que identifique la postura y que en función de ella monitorice las articulaciones para obtener el movimiento requerido. El algoritmo hará lo siguiente: monitorizar la articulación de la pierna que soporta, cuando la señal obtenida indique que este apoyado sobre la misma pierna o por la opuesta. Finalizará el anda si el peso esta en ambas piernas. También tendrá una parte para alertar de situación de riesgo, como por ejemplo que la persona se esté cayendo. El algoritmo también será capaz de informar que el usuario está cambiando de posición. También informara cuando la fuerza del suelo se incrementa o disminuye.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
				detectan que se mueve y automáticamente se aumenta la potencia de los músculos del usuario. Para parapléjicos no sería útil pues estas señales del cerebro no llegan a la pierna.	

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
US2017354529	11/10/12	Zhixiu Han Christopher Williams Jeff A. Weber Christopher E. Barnhart Hugh M. Herr		Necesidad de fuerza externa para para personas con alguna deformación o pérdida parcial del movimiento de las extremidades inferiores. Este tipo de aparatos estabilizan la pierna, pero limitan la flexión y extensión de la rodilla. Problemas con la debilidad de movimiento de la rodillas: 1) control del amortiguamiento al descender pendiente, 2) rigidez del muelle andando en suelo llano 3) par propulsor no conservativo al ascender pendientes	Empleo de PKO, aparato que proporciona par a la rodilla en llano y sobre todo ascendiendo o descendiendo pendientes. Tiene un controlador que determina la etapa del ciclo de la marcha y la pendiente de la superficie. El aparato incorpora un aumento del par y una resistencia. La resistencia incluye un muelle y un amortiguador. Se calculara la velocidad de andar y con ella se estimara el par a proporcionar
US2010036302	20/11/12	Kei Shimada, Ken Yashuhara	Honda Motors CO	Aparatos que llevan muchos motores, hará que sea más pesados. Además, cada motor tendrá que consumir más energía. El motor que es una carga pesada está colocada en la articulación de la rodilla cuyo movimiento es amplio, la masa inercial de la rodilla crece obstaculizando el caminar y molestando al usuario.	En anteriores aparatos, el objetivo era disminuir la carga en la articulación de la rodilla del motor eléctrico. En este aparato, el motor eléctrico de la articulación de la rodilla está colocado en conjunto con el motor de la articulación de la cadera, haciendo que la carga sea menor que la que sería si estuviera colocado en la rodilla. Esto reduce la masa inercial y produce mayor comodidad en el usuario. También la colocación en la articulación de la cadera hace que disminuya el momento de inercia.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
US2010331150	5/2/13	Volkan Patoglu	Sabancı University	Existen distintos tipos de elementos simples y baratos que se emplean en rehabilitación. Sin embargo, estos elementos necesitan la ayuda del terapeuta haciendo que estos carguen peso y se casen. Además este tipo de elementos hacen que sea escasamente posible recolectar datos de cómo va evolucionando el paciente.	Este aparato es capaz de cubrir un gran número de ejercicios para rehabilitar el tobillo. El aparato puede emplearse como una herramienta clínica de medida. Niveles de movimiento, fuerza y resistencias del tobillo. El diseño es lo más ergonómico posible. Es ligero y portable. Es seguro debido a los actuadores elegidos.
WO2012027336	20/6/13	Homayoon Kazerooni, Wayne Yi Tung, Jason Ira Reid, Michael Geoffrey Mckinley.	The Regents of University of California	Se intentará posponer el máximo tiempo posible el uso de silla de ruedas. Pues su uso anticipado puede llevar a problemas en los músculos y huesos, además el tratamiento sería muy costoso.	Se están desarrollando diferentes métodos para recuperar fuerza en los músculos de las extremidades inferiores para gente con lesiones en dichas extremidades. La principal intención de este invento es diseñar un control para un exoesqueleto capaz de moverse de un estado a otro. El controlador del exoesqueleto recibe señales que establecen en qué estado esta o se quiere cambiar. Los estados definidos son sentados, de pie, una serie de estados de anda y parar. Incluye unos soportes (parecido a muletas) para la que genera y manda una señal al exoesqueleto.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
WO2012044621	1/8/13	Michael Goldfarb, Ryan J. Farris, Hugo A. Quintero.	Vanderbilt University		El invento es un exoesqueleto que aporta fuerza a los miembros inferiores para facilitar el anda a personas con lesiones. Este aparato hace que sea diferente a otros en que no tiene nada que llevan en los hombros ni en los pies y en que tiene un peso relativamente pequeño en comparación con otros aparatos. Tiene un control que permite al usuario moverse automáticamente sin necesidad de botones o de ayuda de alguien externo. El control detecta cuando: está sentado, de pie o andando.
WO2013049658	29/8/13	Ozer Unluhisarcikli, Constantinos Mavroidis, Paolo Bonato, Maciej Pietrusisnki, Brian Weinberg	Ozer Unluhisarcikli, Constantinos Mavroidis, Paolo Bonato, Maciej Pietrusisnki, Brian Weinberg	Para realizar rehabilitación en cintas, requiere la habilidad y la disponibilidad de un terapeuta. En ocasiones se necesita a más de un terapeuta. Se han empezado a utilizar exoesqueletos robóticos que minimizan la carga que soporta el terapeuta, además de poder monitorizar los avances del paciente por medio de sensores. Un gran tema de importancia es mantener el equilibrio.	Se están creando exoesqueletos que refuerzan el patrón del anda para evitar desviaciones (mediante pares). Se medirán los parámetros fisiológicos necesarios para determinar el ángulo necesario para las articulaciones.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
US2010113989	3/9/13	Yoshihisa Matsuoka, Yutaka Hiki, Yasushi Ikeuchi	Honda Motors CO	Es necesario incrementar el par que se va a proporcionar al usuario al incrementar el ángulo de flexión de las extremidades inferiores. Esto se debe a que cuando se aumenta dicho ángulo, la distancia entre la línea de acción de la carga aplicada al tronco del usuario y la tercera articulación aumenta. Así que es necesario incrementar el par de salida para mantener la carga aplicada en el usuario. Es necesario que el aparato pueda cambiar rápidamente a las necesidades del usuario para que se pueda mover verticalmente.	El objetivo es reducir el máximo valor y variación de la salida del actuador para dirigir el la barra de la pierna o el máximo valor y variación de la velocidad del actuador.
EP2828042	26/9/13	Amit Goffer, Oren Tamari		La gente que usa silla de ruedas presentan obstáculos como escaleras, pavimento rugoso y pasillos estrechos. También no son capaces de mantenerse de pie durante largos periodos de tiempo. En ocasiones para personas con lesiones pasar largos periodos de tiempo de pie implica grandes consecuencias negativas para los pacientes, en ocasiones se emplea equipo que es muy costoso para poder mantener a estas personas de pie.	Se plantea la creación de un exoesqueleto monitorizado que ayuda a caminar a gente con lesiones en las extremidades inferiores.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
US2010049333	8/10/13	Yosuke Endo, Keishiro Kikuchi, Ritsuo Hara	Honda Motors CO	En muchas aplicaciones se emplea algún método para evitar que las baterías se acaben durante su uso. En concreto cuando se va a emplear para quitar peso al caminar a una persona, hay una gran necesidad de ajustar el estado de operación para hacer que el usuario no se sienta incomodo cuando la carga de la batería sea insuficiente.	El aparato lleva un control que consta de; un medio que monitoriza el estado de carga de la fuente de energía. Un primer medio de control que ajusta la salida del actuador, si el estado de carga sea igual o menor que un valor preestablecido, de manera que la tasa de asistencia del movimiento sea menor en el caso de que el estado de la batería sea mayor que el valor establecido. Y un segundo control que se pare, si el estado de carga es igual o menos que un segundo valor establecido, el cuales era menor que el primer valor establecido.
EP2189136	12/6/14	Yoshiyuki Sankai	University of tsukuba	Normalmente, el doctor necesita reunirse con el paciente para saber cómo es su estado para asignarle una adecuada rehabilitación. Pero en ocasiones hay pacientes que no pueden ir al hospital por su condición física (problema o lesión). En este caso puede ser por audio y video la internación entre doctor y paciente. Sin embargo, aun usando esa comunicación sigue siendo escasa, pues el doctor no es capaz de saber objetivamente como se mueve el paciente, así que no podrá reconocer bien el estado del paciente.	El aparato portable llevará sensores que detecten bioseñales del paciente que permiten obtener “feedback” al doctor y determinar el estado del paciente. Estos también determinarán el par necesario que hay que generar.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
WO2012178171	31/7/14	Maciej Pietrusinski, Constantinos Mavroidis, Paolo Bonato, Ozer Unluhisarcikli, Iahn Cajigas, Brian Weinberg.	Spaulding rehabilitation Hospital corporation, northeastern university	Mucha gente sufre lesiones que afectan a su habilidad para andar (desviaciones). Estas personas podrían beneficiarse de algún aparato que les ayudará en su rehabilitación y pudieran recuperar su total capacidad para andar.	Un robot para rehabilitación del anda (RGR) se emplea para rehabilitar. Este sistema aplica fuerzas a la pelvis para corregir las desviaciones al andar. También incluye una estructura para las extremidades inferiores. Consiste en un 60% estar de pie y un 40% estar andando.
WO2013057057	11/9/14	Philippe Garrec, Flavien Coste, Serge Grygorowicz, Yann Perrot, Dominique Ponsort, Aurelie Riglet	Robotiques 3 dimensions	Los elementos que se usan para ajustar el aparato a la pelvis no pueden seguir los movimientos naturales del usuario.	Cada soporte inferior está conectado a una de las uniones de la cadera a uno de los segmentos exteriores. De este modo, los elementos de unión se interponen en medio de los segmentos internos y externos posibilitando la deformación del elemento de la pelvis y así pudiendo permitir que el exoesqueleto siga los movimientos naturales de las extremidades inferiores del usuario.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
US2008249438	2/12/14	Sunil Agrawai Kalyan K. Mankala Sai Banala	University of Delaware	Para personas con daños en la medula espinal (SCI), que han perdido parcialmente la función de sus extremidades inferiores, hay estudios que dicen que si se trabajan dichas partes, se puede mejorar la movilidad de estas extremidades. Una técnica empleada “body-weight-supported treadmill training” (BWSTT) consiste en que el paciente ande por una cinta con ayuda manual del terapeuta para mover las piernas y el tronco. La desventaja de esta técnica es que puede llegar a ser muy cara y que tiene un tiempo limitado, pues el terapeuta se cansara.	La solución es crear una estructura que sea capaz de soportar al paciente, sin necesidad del terapeuta. La estructura contara de algunos muelles que serán elegidos dependiendo de los parámetros del usuario.
US2015025423	22/1/15	Thiago Caires, Michal Prywata	Bionik laboratories inc.	Personas que padecen algún tipo de lesión en sus extremidades inferiores, que impide que puedan mantenerse de pie. En consecuencia, pueden desarrollar problemas respiratorios, úlceras, espasmos, dolor y más. Si estos pacientes pudieran estar de pie estas complicaciones se reducirían y en ocasiones llegando a eliminarlas.	Un método que controle un exoesqueleto con por lo menos un actuador para manipular los miembros del exoesqueleto. Llevará incorporados sensores que detectaran las características fisiológicas del usuario. Estas señales ayudaran a calcular la señal de salida que deberá ejecutar el o los actuadores. Tendrá motores eléctricos que moverán las transmisiones (engranajes de ejes perpendiculares) en la rodilla y cadera.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
WO2013142777	12/2/15	Katherine Strausser, Adam Zoss, James Alexander Stryker, Kurt Reed Amundson	EKSO BIONICS	El aparato tiene que determinar cuando el usuario quiere comenzar a andar mediante algún método inteligente. Hay aparatos accionados por un botón o por el inicio de movilidad de un usuario que es capaz de mover su propia pierna. Sin embargo, hay usuarios que son incapaces por ellos mismos de iniciar el anda. Y además puede que no sean capaces de presionar botones porque sus manos estén ocupas por muletas o algo que soporte. Con lo cual se necesita algo que interprete el movimiento natural del usuario	Para poder registrar las intenciones del usuario y determinar en qué fase estará hay varios métodos. Un sistema de control, se proporciona para determinar el movimiento deseado y después controlar el movimiento de las piernas del exoesqueleto por medio de actuadores. Algunos aparatos monitorizan la pierna para determinar el movimiento deseado por la pierna. Los cambios en el movimiento de las piernas se miden mediante cambios en el ángulo, velocidad angular y posiciones absolutas. A veces hay errores en este método pues empujar las muletas produce movimiento. Así que aparatos que son rígidos, hace que estas fuerzas puedan usarse para sentir la intención. Se puede observar la distribución de fuerzas en el pie (sensor en el talón o en la punta, aporta información).

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
KR20150055958	14/5/15	Chang Hyun ROH	Samsung Electronics Co.	Actualmente se están desarrollando robots portables que aumentan la fuerza muscular para facilitar el anda a gente mayor, para rehabilitación o para aumentar la capacidad de carga para soldados o trabajadores industriales.	Se ha diseñado un exoesqueleto dotado de sensores (EMG), dos en concreto, que detectan la localización. El controlador lleva un filtro para filtrar las señales de ambos sensores. Lleva también sensores para detectar la inclinación de la parte superior del cuerpo del usuario y un sensor que detecta la aceleración del usuario. El controlador calcula el par que necesita el usuario.
WO2014039134	25/6/15	Homayoon Kazerooni, Wayne Tung, Don Jin Hyun, Stephen Mckinley, Yoon Jung Jeong	The Regents of University of California		Es un exoesqueleto donde la fuerza de fricción entre dos superficies se usa para impedir la flexión y extensión de la rodilla en varias fases del proceso de andar. Al crear un par que obstaculiza la rodilla del exoesqueleto disminuye el par que necesario para realizar el usuario. Además quitará peso a la propia rodilla del usuario.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
WO2015095211	30/7/15	Hugh M. Herr, Luke M. Mooney, Elliot J. Rouse, Jiun-Yih Kuan	Massachusetts Institute of Technology	Articulaciones artificiales generalmente reducen las fuerzas ejercidas en el cuerpo humano y también suelen restringir el movimiento y la flexibilidad. Como resultado del desequilibrio entre “limb joint motion” y “mechanical interface motion” normalmente lleva a una variación de la longitud de los ligamentos y músculos y otros cambios mecánicos internos, esto lleva a incomodidades y a bajadas y en las interacciones entre dichos aparatos.	Uno de los propósitos de este invento es modificar la distribución de fuerzas del exoesqueleto. La intención es modificar las fuerzas de tal manera que ya no sean paralelas al eje de la extremidad, sino perpendiculares al eje de manera que la carga resultará más cómoda. Otro de los propósitos es transmitir un par planetario sin alterar las acciones biológicas de las articulaciones del usuario. La intención es aplicar un par a la extremidad utilizando un múltiples mecanismos que no será restrictivo. La configuración del aparato no requiere articulaciones artificiales, haciendo que sea más cómodo y ligero.
EP2985009	6/9/15	Bosscher, Paul M.	Harris corporation melbourne	Se están desarrollando exoesqueletos robóticos en numerosas aplicaciones, rehabilitación, ayuda para el anda, para soldados puedan cargar más peso y estar de pie más tiempo...	El objetivo de este invento es evitar lesiones en el usuario a través de un exoesqueleto robótico. Los métodos consisten en detectar cualquier incidente, de manera que detectara cualquier aceleración no controlada de alguna parte del exoesqueleto, que puede ocurrir al caerse. Cuando el exoesqueleto detecta eso, se pone en funcionamiento un actuador para evitar que el usuario se caiga

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
CA2887671	1/10/15	Dino Accoto, Fabrizio Sergi, Gigio Carpino, Nervio Luigi Tagliamonte, Simone Galzerano, Michelangelo, Di Palo, Eugenio Guglielmelli	Universita campus bio- medico di roma	Recogen información sobre la naturaleza cinemática y dinámica relacionada con el anda del usuario, para poder evaluar la actuación del usuario. La mayor desventaja de estos sistemas es la necesidad de alinear los ejes de las articulaciones del aparato con las del cuerpo humano, sino el exoesqueleto podría aplicar fuerzas dañinas al exoesqueleto, excesivo roce con la piel del usuario	Este aparato consiste en mejorar la compatibilidad cinemática entre las extremidades inferiores del robot y del usuario mejorando la ergonomía y la portabilidad. Este invento se adapta a las diferentes características físicas de los usuarios. Dará más libertad al colocar actuadores en la estructura que permitan la reducción de los efectos inerciales asociadas al balanceo de las masas. La colocación de los actuadores en una posición cercana a la pelvis y el tronco reduce el balanceo de masas y con ello los efectos inerciales.
US2014358290	13/10/15	Homayoon Kazerooni, Yoon Jung Jeong, Kyunam Kim	Homayoon Kazerooni, Yoon Jung Jeong, Kyunam Kim	Se intentará posponer el máximo tiempo posible el uso de silla de ruedas. Pues su uso anticipado puede llevar a problemas en los músculos y huesos además que el tratamiento sería muy costoso.	Este aparato se propone una estructura para las extremidades inferiores, estará dotado de sensores que aportaran información. También se llevaran muletas, y el usuario llevara unos guantes que minimizaran la incomodidad al mover la mano.
WO2007088044	28/10/15	Ferrati, Benito		Este aparato pretende resolver los siguientes problemas: Simplificar el mecanismo del exoesqueleto, minimizando el número de actuadores, de manera que se reducirá el peso...facilitar que el paciente se ponga el aparato.... hacer lo más silencioso el aparato	

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
EP2942044	12/11/15	Fraser M. Smith	Sarcos LC	Un problema fundamental técnico es la falta autonomía energética. Hay dos opciones disponible, tener una fuente que proporcione una considerable potencia, aunque esto supone problemas de portabilidad y la segunda opción es usar menos potencia.	Se propone diseñar una configuración que requiera menos energía. Se eliminarán algunos actuadores, reduciendo la potencia necesaria.
WO2014093470	10/12/15	Adam Zoss, Jonathan Evans, Reuben Sandler, Nathan Harding, Aaron Julin, James Lubin, Taylor Heanue, Dylan Fairbanks, James Stryker.	EKSO BIONICS	Normalmente hay aparatos que ayudan a movilizarse a personas con lesiones leves y no se adaptan a personar que padecen lesiones más graves (exoesqueleto entero).	El invento está diseñado para gente que tiene distintas capacidades en cada pierna. De esta manera lleva un control para cada pierna.
WO2014138504	14/1/16	Udaya Sankar Devanaboyina	Udaya Sankar Devanaboyina	El ser humano siente fatiga cuando estos largos periodos de tiempo de pie en comparación cuando está de pie pues varios músculos tienen que trabajar contra la fuerza de gravedad. Sentarse en la oficina durante mucho tiempo fatiga en los músculos de la espalda.	Se presentan unos métodos, sistemas y aparatos para distribuir el peso del cuerpo desde zonas que soportan peso a zonas que no soportan peso mientras la persona está de pie, sentada o tumbada. También se pretende reducir fuerzas de cizalla en la piel y empleo de un pañuelo para prevenir que se desarrollen o tratar úlceras

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
WO2015021886	9/6/16	Chen-Ming Huang, Yen-Chieh Mao	Imobility Inc	El exoesqueleto está diseñado para soportar la carga del cuerpo del usuario. Debe poder adaptarse a varios estados en movimiento del ser humano (correr, andar, agacharse...) La necesidad de una fuente de energía hace que sean muy voluminosos.	Puede ponerse y quitarse fácilmente. Tiene una almohadilla que protege la articulación de la rodilla. La longitud de la pierna puede ser adaptada fácilmente.
WO2014134499	7/7/16	Walter A. Aviles, Frank E. Joutras	Facebook, Inc	Un controlador de fuerza con retroalimentación (PFC) aporta información que llevará a grandes beneficios. Sin embargo, hay deficiencia en la variedades de medios, pesado, incómodo y caro de construir, limitaciones en la retroalimentación que proporcionan y la imposibilidad de localizar de forma precisa una fuerza impartida en una parte del cuerpo del usuario.	Se trata de un control de fuerza con retroalimentación. Incluye un controlador para la muñeca. PFFC, tienen una gran variedad de aplicaciones, entre ellos aumentar la precisión y la fuerza de usuario y mejorar la eficiencia entre el usuario y el ambiente sintético como simulaciones, juegos... Permiten un control más intuitivo y natural del movimiento ordenado. Y una rápida retroalimentación que minimiza choques y colisiones. Hacen que sea un diseño más ergonómico, menos pesado, mas cómodo y con larga duración.
US2016229065	11/8/16	Russdon Angold, Nicholas Fleming	EksO BIONICS	Los exoesqueletos diseñados para que el usuario sea capaz de cargar más peso, necesitan que tengan un nivel de rigidez alta, aunque eso limita los movimientos del exoesqueleto. Un objetivo muy complicado es soportar la estructura	Las articulaciones se colocan lo más cerca posible de la articulación correspondiente del usuario, para hacerlo biomecánicamente más parecido.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
				del exoesqueleto y mantener un alto grado de flexibilidad.	
US2012101415	18/8/16	Amit Goffer, Oren Tamari	ReWalk Robotics Ltd	Los exoesqueletos existentes hasta el momento son estructuras que normalmente tienen las articulaciones monitorizadas y llevan actuadores para flexionar y extender las partes del cuerpo. Pueden llevar también, sensores que medirán los ángulos de las articulaciones, sensores de inclinación que detectan la inclinación del cuerpo y sensores de fuerza y de presión que medirán la fuerza ejercida por el suelo o por otra superficie. El continuo estudio y experiencia de estos aparatos ha llevado a un mayor conocimiento de estos aparatos, pero se necesita un mayor avance en este campo.	Este exoesqueleto lleva un soporte para el tronco y unos segmentos para las piernas, también lleva las articulaciones monitorizadas. Por lo menos un sensor de inclinación y un controlador que recibe las señales del sensor y mediante un algoritmo, que mandará las instrucciones de cómo debe actuar las articulaciones del exoesqueleto. Incluye un control remoto.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
EP3270862	22/9/16	Virk Gurvinder Singh, Haider Usman, Nyoman Indrawibawa	Phaxex AB	Actualmente los estudios de los exoesqueletos no se enfocan en desarrollar mecanismos modulares y ajustables. También se están empleando sensores que ayudan a identificar las intenciones del usuario. Los exoesqueletos usan actuadores que proporcionan par a las articulaciones, pero estos resultan diseños muy voluminosos que son lentos en sus movimientos. Hay diseños que no son muy flexibles, con lo cual no se adaptan al usuario	El invento consta de una articulación universal adecuada para emplearla en exoesqueletos sin propósitos médicos. Lleva un motor como actuador, este motor está unido a unos engranajes y un controlador. Y lleva por lo menos un sensor. La articulación universal es montable, desmontable, reusable y escalable para poder adaptarse a las características del usuario. Puede incluir más de un tipo de sensor.
WO2015080596	22/9/16	Richard Little, Duncan Matthew Clement, Jehangir Dinyar Shishbaradaran	Rex Bionics Limited	Hay una necesidad de mejorar las características de aparatos médicos de asistencia. También se necesita mejorar la versatilidad del aparato para una configuración completa. También, en cuanto a rehabilitación hay que tener en cuenta que un mismo aparato puede ser compartido por más de un individuo.	Consiste en un exoesqueleto, un sistema de control para controlar el movimiento del exoesqueleto y una fuente de energía para proporcionar la energía al sistema de control. Puede ser usada para gente parapléjica o aquellos que padezcan lesiones parciales, es decir, para gente que necesite parcialmente o totalmente el soporte de su cuerpo. Se puede adaptar las longitudes de los segmentos, para adaptarse a las características del usuario.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
US2016278948	6/10/16	Piercy Brenton, Tim Swift, Giancarlo Nucci, Callum Lamb, Pete Lynn, Saul Griffith, Leanne Luce	Other lab LLC	Los exoesqueletos pueden emplearse para ayudar a personas que tienen alguna lesión en sus extremidades inferiores o para ayudar a llevar objetos pesados. Además, la transmisión de fuerza es generalmente efectuada por contacto del talón, que lleva a un anda anormal y limita acciones como agacharse. Otro de los problemas que hay es que cuando se colocan en el usuario se necesita cierta rigidez pero a la vez cierta flexibilidad para que el usuario no se sienta incomodo	Consiste en una estructura rígida que cubre el pie. Tiene un actuador que proporciona par al tobillo para que el usuario pueda flexionar fácilmente el tobillo mientras anda.
US2016287463	13/10/16	Yue Guang	Kessler foundation inc.	Los sistemas actuales fallan al no proporcionar control de la amplitud y frecuencia de la zancada, pasos y la velocidad en general al andar. Los sistemas actuales solo proporcionan la habilidad de iniciar o parar la movilidad programada. En general, falta de control. También tiene una falta de seguridad y estados operacionales que permitan al usuario moverse sin caerse o sentir dolor.	El exoesqueleto tiene un sistema que incluye un estado de seguridad y un estado operacional que controla el anda. Consiste en un primer y segundo soporte configurados para ser acoplados a las extremidades inferiores del usuario. Un primer y segundo actuadores acoplados a los soportes y un controlador acoplado a los actuadores. Lleva sensores que informa de si los agarres son seguros o no.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
CN106137489	17/11/16	Kai-Yu Tong, Corina Ursula Ockenfeld, ling kung yeung, Sze Kit HO, Hon-Wah Wai, Man-Kit Pang.	The hong Kong polytechnic university	El problema de los exoesqueletos existentes es que son muy voluminosos y pesan bastante además de una falta de interacción entre el usuario y el exoesqueleto. El exoesqueleto debe proporcionar equilibrio y una buena postura.	El exoesqueleto es capaz de adaptar a diferentes condiciones de anda del usuario: andar, ascender o descender escaleras o pendientes y distintas velocidades al caminar. el parámetro cinemático del usuario se detecta a través de sensores instalados en la pierna. Detectar la intención de andar del usuario y las condiciones del ambiente usando un algoritmo basado en el análisis del anda. Y por último dirigir la articulación de la rodilla o bloquearla en función del patrón y la posición de control para facilitar los distintos tipos de modos de andar.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
CN106264988	17/11/16	Kai-Yu Tong, Corina Ursula Ockenfeld, ling kung yeung, Sze Kit HO, Hon-Wah Wai, Man-Kit Pang.	The hong Kong polytechnic university	La debilidad o deficiencia de los músculos del tobillo puede significar una alteración del patrón de anda y una discapacidad de funcionamiento de las extremidades inferiores. Un anda anormal hará que la persona necesita más energía para andar y mantenerse en equilibrio. Este anda anormal hará que los pacientes tiendan a caerse, cansarse y a notar dolor. Durante el anda el tobillo tiene una gran importancia, control del movimiento, “shock absorbtion”, estabilidad y conservación de energía y propulsión. Hay exoesqueletos que pueden ser programados para controlar la posible caída al candar, pero son voluminosos para llevarlos debajo de la ropa.	Este invento es un compacto y portable exoesqueleto robótico para el tobillo que proporciona ayuda al tobillo para andar. Todos los componentes están situados en el lugar más óptimo posible para hacer que sea lo menos voluminoso posible. Por lo menos un sensor que aportará “feedback”. El actuador es preferentemente eléctrico rotatorio servomotor que es capaz de proporcionar posición y “feedback” par. Se fabricará de los materiales más ligeros posible. (fibra de carbono reforzada)
WO2016210117	29/12/16	Nicholas ERRICO, Homayoon KAZEROONI, Yoon Jung Jeong	The regents of University of California	Un exoesqueleto normalmente está dividido en dos partes, la parte que soporta las piernas y la parte que soporta la parte de arriba del cuerpo. Si la parte de arriba y la de abajo no se pueden separar resultara un complicado ponérselo y quitárselo, necesitando ayuda de otro individuo.	Este aparato consta de una rápida conexión y desconexión de un exoesqueleto para la pierna.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
WO2016210446	29/12/16	Wayne Tung, Minerva Pillai, Momayoon Kazerooni	US Bionics	Las piernas dan movilidad y te hacen sentirse como una persona. Sin embargo, hay gente que padece lesiones y tienen que estar en silla de ruedas, por eso se están desarrollando los exosqueletos para aumentar la calidad de vida de estas personas. Sin embargo todavía estos presentan algunos defectos.	Este invento es un exoesqueleto que tiene unas correas para soportar al usuario cuando se agacha. Incluye una articulación en la rodilla conectada a dos links, configurados de manera que permite la flexión y extensión de la pierna. Tiene un mecanismo que restringe. Tiene dos posiciones. La primera, el generador de fuerza (puede ser un muelle) engrana con el mecanismo que es cuando el primer y segundo link se doblan relativamente entre ellos y la segunda posición es cuando no engranan de manera que ambos links flexionan y se extienden relativamente entre ellos. Este muelle puede ser movido por la persona en posiciones operacionales. Puede llevar un desencadenante que cambie las posiciones automáticamente.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
WO2015143157	5/1/17	Nathan Harding, Adam Zoss	EKSO BIONICS	En muchas ocasiones es necesario (terapeutas, por ejemplo) mover el exoesqueleto cuando no es llevado por nadie, (al final de la rehabilitación). Debido al peso y al espacio que ocupa este aparato hace difícil desplazarlo.	Se pretende poder trasladar exoesqueletos tanto cuando los lleva un usuario puesto y cuando no lo lleva puesto. Lleva un controlador que puede entrar o salir de un modo de propulsión que permite controlar el movimiento cuando no es llevado por nadie. El control del sistema lleva un primer set de parámetros para el modo de propulsión cuando no está llevado por nadie, y lleva un segundo set de parámetros que optimizar cuando el exoesqueleto sea llevado por alguien. Ambos sets llevan parámetros de seguridad.
WO2017064720	20/4/17	Lilach Havida Kappel	Rewalk Robotics Ltd		Consiste en unas muletas inteligentes, que tienen unos sensores para sentir el ambiente y transmitir al control del movimiento del exoesqueleto sobre varios tipos de superficies.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
WO2015140353	25/5/17	Alexandre Boulanger	Wandercraft		El aparato consta de una estructura para el pie constituida por un plano de soporte en el que el pie de una persona que lleva el exoesqueleto puede soportarlo cuando se pone llano. El “foot pivot link” proporciona un movimiento más natural, menos espasmódico y mas rápido. Todo esto aumenta la comodidad del usuario. El “foot pivot link” puede llevar un elemento elástico deformable dispuesto a almacenar energía cuando la plataforma frontal esta doblada relativamente a la plataforma trasera. El miembro elástico deformable recupera parte de la energía potencial que es liberada durante el proceso de andar.
WO2013019749	13/7/17	Jonathon A. Smith, Kern Bhugra	Leonis Medical Corporation	Los aparatos portables para terapias físicas no son personalizables, ni individualizables. Con lo cual los aparatos existentes no pueden emplearse como una solución general para una variedad de pacientes y de lesiones.	Este invento proporciona un método de operación para un exoesqueleto, que lleva sensores para captar información, un sistema de agarre a una polea, y un tren de engranajes que estará conectado a la polea. Los sensores que lleva incorporado detectan si está de pie, sentado, andando, corriendo, cayéndose, inestable, ascendiendo, descendiendo, o alguna combinación de estas. (sensores de fuerza)

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
WO2016007493	20/7/17	Brice Robertson, Matthew D. Sweeney	EksO BIONICS	Durante la rehabilitación es muy beneficioso para el terapeuta poder modificar posiciones o perfiles de fuerzas dependiendo de cómo sea el estado y la evolución del paciente. Es muy complejo y difícil construir un exoesqueleto que permita un gran rango de modificaciones deseadas por el terapeuta durante la rehabilitación.	El exoesqueleto llevará un control que el terapeuta o una persona experta en la materia puede implementar una secuencia de trayectoria. La validación de la trayectoria se tendrá que tener en cuenta que es segura para el usuario.
CA2992738	27/7/17	Mike HUGHES Rudson ANGOLD	EKSO BIONICS	Se pretende diseñar un exoesqueleto que permita aumentar la carga que lleva el usuario de dicho exoesqueleto. Se quiere transmitir la carga al suelo, para ello se tiene que diseñar un exoesqueleto rígido, lo que limitara el movimiento de las articulaciones (limitando su uso para ciertas aplicaciones). Grandes dificultades para subir cuestas. Objetivo: mejorar la flexibilidad.	La flexibilidad se mejora añadiendo elementos de tracción (poleas) a las articulaciones. Estos elementos actúan conjuntamente con las articulaciones obteniendo un mayor grado de libertad y flexibilidad sin afectar a la capacidad de soportar carga en las articulaciones. Los elementos de tracción son fáciles de cambiar y son más baratos que otro tipo de mecanismos de articulación. Además la longitud de estos elementos es fácil cambiar la longitud adaptándolo fácilmente al usuario.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
EP2995291	7/9/17	Norberto velazquez nino	Uprobots s. De R.I. De C.V.	Hoy en día la gente que tiene los músculos débiles, parálisis en las piernas o paraplejía tienen dificultades para andar, necesitando silla de ruedas, muletas... Se han desarrollado muchas tecnologías complicadas, fijas y que no se han personalizado para los usuarios, lo que resulta en usar un aparato solo una persona, incluso que al crecer este tenga que cambiarlo por uno nuevo.	Este invento se puede ajustar la longitud para que se adapta a la longitud de las extremidades inferiores del usuario y también es posible ajustarlo al tamaño de la cadera del usuario.
US2014171838	3/10/17	Aleksander Aleksov, Brian S. Doyle, Ravindranath V. Mahajan	intel corporation	Se han desarrollado exoesqueletos para gente que tiene movilidad limitada, para rehabilitación o incluso para soldados para que sean capaces de transportar más carga. Estos suelen estar dotados de botones para iniciar el anda o sensores de fuerza que detectan cuando se mueve el exoesqueleto.	Consiste en un exoesqueleto que ayuda y/o suplanta el anda natural del usuario. Utilizará una combinación de sensores, elementos controladores y elementos actuadores.
EP3162515	21/12/17	Luca Simone POLI, Marco BUSSONE	Luca Simone POLI	Se ha evolucionado en el desarrollo de los exoesqueletos. Aun así, todavía está la necesidad de que se adapte precisamente a las características del usuario, y prevenir las modalidades de operación del exoesqueleto al moverse el usuario.	El exoesqueleto consta de una doble estructura. Ambas estructuras permiten que actúen en combinación para algunos aspectos y para otros que actúen separados. La primera estructura permite las funciones de ambulación y cambios en la postura, mientras que la segunda estructura se encarga de las funciones de acomodación de la persona al aparato.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
KR101814676B	25/1/18	dong-Chan LEE	FRT Co. Ltd	El principal problema que tienen los exoesqueletos, es estar hechos generalmente de una estructura metálica, que es motorizado por fuerzas mecánicas, con lo cual estos aparatos son muy voluminosos y pesan mucho.	Este exoesqueleto este fabricado con un meta material que tiene un cociente de poisson negativo, además de un cambio de características que minimizan su volumen y su peso y se ajusta perfectamente al usuario permitiéndole hacer suaves movimientos. Consta de una porción que proporciona fluido, una porción suave que se conectará con la porción que proporciona fluido y que está configurada para ser llevada en las piernas del usuario, una porción suave del exoesqueleto hecha de un material elástico para simular los movimientos de las piernas y esta proporcionado con un conducto fibroso por el que el fluido ira. El tubo fibroso está formado por una malla que encierra la región femoral y la región de la tibia. El aparato que proporciona el fluido, llevara un módulo de presión hidráulica que controlara la presión del fluido dentro del tubo.

Código de publicación	Año publicación	Inventor	Solicitante	Problema a resolver	Reivindicaciones
WO2016162425	1/3/18	Thibault Gayral, Alexandre Boulanger	Wandercraft	Es importante no proporcionar fuerzas, que las extremidades del usuario no puedan soportar y ofrecer un exoesqueleto que tenga un bajo perfil y un peso moderado. El tobillo lleva dos actuadores, de manera que la estructura del tobillo es relativamente compleja, voluminosa pesada y requiere mucha energía.	El exoesqueleto consta de un segundo elástico deformable colocado en el hueco del cuerpo, un segundo miembro fijo cerca del primer final del hueco del cuerpo, un elemento que ayuda a sujetar con el segundo miembro, de manera que el segundo miembro es configurado para tensionar el elemento fijador y el elemento fijador colocado en el hueco del cuerpo. Otro objetivo del exoesqueleto es proporcionar un muelle que sea capaz de liberar el peso de los actuadores durante algunas fases de andar (por ejemplo durante la fase de estar de pie al final de la fase propulsora).

Anexo B

ANEXO B: Diseño Kansei

En el diseño Kansei realizado para este proyecto se ha empleado la técnica del diferencial semántico (DS). Técnica que incluye la distribución de una encuesta para saber las respuestas de la población. La encuesta se realizó a través de google formularios a una serie de personas aleatorias. Las siguientes imágenes muestran unas capturas de la encuesta.

EXOESQUELETOS

Se le mostraran 4 imágenes de 4 exoesqueletos diferentes. También aparecerán unos adjetivos, que deberá evaluar cuanto se asemeja cada exoesqueleto a dichos adjetivos. Muchas Gracias por contestar a estas preguntas.

* Required

Edad *

- ☐ Menos de 20
- ☐ Entre 21-35
- ☐ Entre 36-50
- ☐ Mas de 51

Sexo *

- ☐ Mujer
- ☐ Hombre

Exoesqueleto 1



★		1	2	3	4	5	
	Comodidad	☐	☐	☐	☐	☐	Incomodidad
★		1	2	3	4	5	
	Moderno	☐	☐	☐	☐	☐	No Moderno
★		1	2	3	4	5	
	Atractivo	☐	☐	☐	☐	☐	No Atractivo
★		1	2	3	4	5	
	Seguro	☐	☐	☐	☐	☐	No seguro
★		1	2	3	4	5	
	Funcional	☐	☐	☐	☐	☐	No Funcional
★		1	2	3	4	5	
	Atrevido	☐	☐	☐	☐	☐	No Atrevido

Exoesqueleto 2



★

	1	2	3	4	5	
Comodidad	☐	☐	☐	☐	☐	Incomodidad

★

	1	2	3	4	5	
Moderno	☐	☐	☐	☐	☐	No Moderno

★

	1	2	3	4	5	
Atractivo	☐	☐	☐	☐	☐	No Atractivo

★

	1	2	3	4	5	
Seguro	☐	☐	☐	☐	☐	No seguro

★

	1	2	3	4	5	
Funcional	☐	☐	☐	☐	☐	No Funcional

★

	1	2	3	4	5	
Atrevido	☐	☐	☐	☐	☐	No Atrevido

Exoesqueleto 3



★

	1	2	3	4	5	
Comodidad	☐	☐	☐	☐	☐	Incomodidad

★

	1	2	3	4	5	
Moderno	☐	☐	☐	☐	☐	No Moderno

★

	1	2	3	4	5	
Atractivo	☐	☐	☐	☐	☐	No Atractivo

★

	1	2	3	4	5	
Seguro	☐	☐	☐	☐	☐	No seguro

★

	1	2	3	4	5	
Funcional	☐	☐	☐	☐	☐	No Funcional

★

	1	2	3	4	5	
Atrevido	☐	☐	☐	☐	☐	No Atrevido

Exoesqueleto 4



★

	1	2	3	4	5	
Comodidad	☐	☐	☐	☐	☐	Incomodidad

★

	1	2	3	4	5	
Moderno	☐	☐	☐	☐	☐	No Moderno

★

	1	2	3	4	5	
Atractivo	☐	☐	☐	☐	☐	No Atractivo

★

	1	2	3	4	5	
Seguro	☐	☐	☐	☐	☐	No seguro

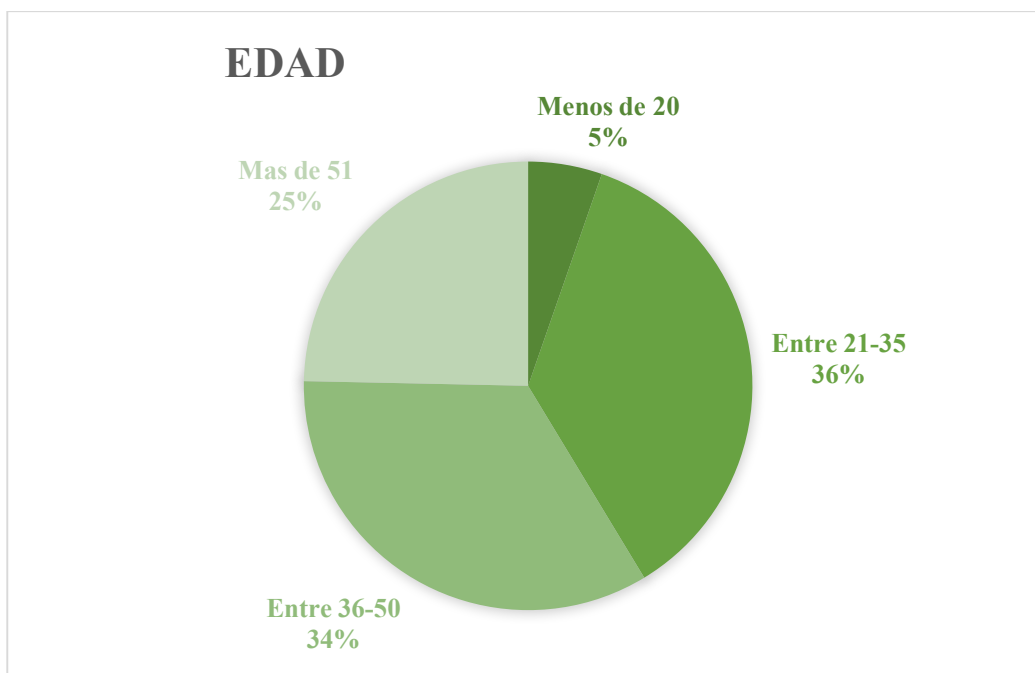
★

	1	2	3	4	5	
Funcional	☐	☐	☐	☐	☐	No Funcional

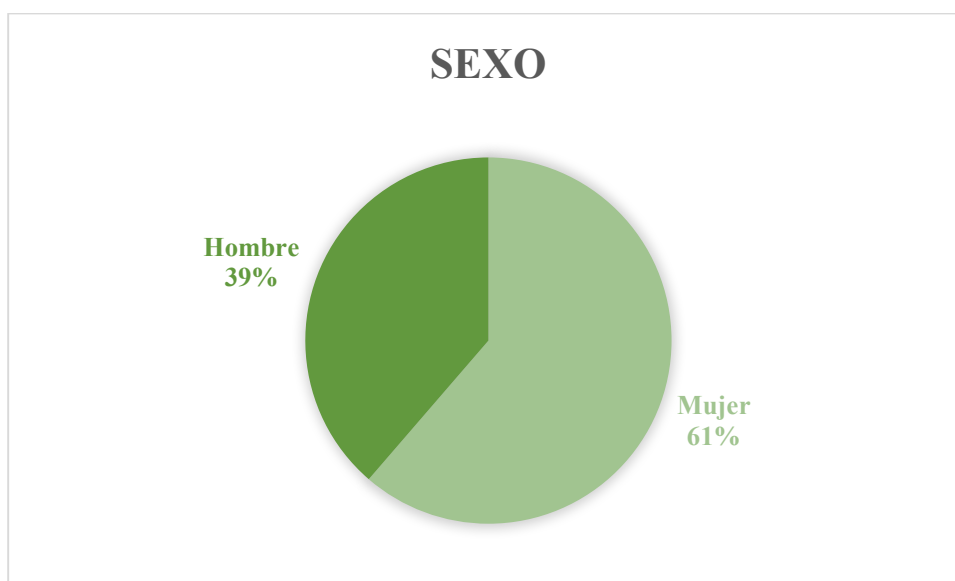
★

	1	2	3	4	5	
Atrevido	☐	☐	☐	☐	☐	No Atrevido

Como hemos mencionado los participantes de esta encuesta fueron aleatorios. Se les pregunto su edad y su sexo. A continuación, se muestran los gráficos y las tablas con los datos obtenidos de estas dos preguntas.



EDAD	Nº Personas	Porcentaje (%)
Menos de 20	8	5,33
Entre 21-35	54	36,00
Entre 36-50	51	34,00
Más de 51	37	24,67



SEXO	Nº Personas	Porcentaje (%)
Mujer	92	61,33
Hombre	58	38,67

Tras la realización de la encuesta se recopilaban las respuestas de los 150 participantes. Las siguientes cuatro tablas muestran las valoraciones a las emociones que les producían cada ejemplo de exoesqueleto.

▪ Exoesqueleto 1.

	Puntuación				
	1	2	3	4	5
Cómodo	12	31	68	30	9
Moderno	22	29	61	31	7
Atractivo	10	24	61	36	19
Seguro	32	41	49	21	7
Funcional	42	41	34	27	6
Atrevido	17	30	57	32	14

▪ Exoesqueleto 2.

	1	2	3	4	5
Cómodo	21	51	57	17	4
Moderno	63	39	14	21	13
Atractivo	31	54	41	20	4
Seguro	33	49	42	21	5
Funcional	49	42	36	16	7
Atrevido	44	45	35	17	9

▪ Exoesqueleto 3.

	1	2	3	4	5
Cómodo	19	33	53	33	12
Moderno	47	43	32	18	10
Atractivo	24	34	51	32	9
Seguro	34	54	36	19	7
Funcional	40	45	50	11	4
Atrevido	59	38	25	16	12

▪ Exoesqueleto 4.

	1	2	3	4	5
Cómodo	34	35	45	23	13
Moderno	64	47	17	11	11
Atractivo	41	41	40	17	11
Seguro	58	50	20	12	10
Funcional	55	46	25	15	9
Atrevido	47	47	33	13	10

Cuando se tenían todas las valoraciones numéricas, se procedió a obtener la valoración media de cada emoción de todos los participantes de cada muestra de exoesqueleto, es decir se obtendrán 24 datos. Estos datos se muestran en la siguiente tabla, que representa el denominado espacio semántico.

	Cómodo	Moderno	Atractivo	Seguro	Funcional	Atrevido
E1	2,95	2,81	3,2	2,53	2,43	2,97
E2	2,55	2,21	2,41	2,44	2,27	2,35
E3	2,91	2,34	2,79	2,41	2,29	2,23
E4	2,64	2,05	2,44	2,11	2,18	2,28

Es necesario definir un espacio de propiedades, es decir, tras realizar la encuesta, es vital analizar los distintos elementos que forman parte de cada ejemplo. Estas propiedades a su vez, se dividen en distintos niveles, también llamadas sub-propiedades. La siguiente tabla muestra estas propiedades y sub-propiedades que forman el espacio de propiedades.

Espacio de Propiedades			
Propiedades	Niveles o Sub-Propiedades		
P ₁ : Agarre del pie	C ₁₁ : Velcro al tobillo	C ₁₂ : Plataforma	C ₁₃ : Zapato
P ₂ : Tipo de agarre al cuerpo	C ₂₁ : Tronco	C ₂₂ : Hombros	
P ₃ : Colores	C ₃₁ : Metálicos	C ₃₂ : Colores	

P ₄ : Agarres piernas	C ₄₁ : Sí	C ₄₂ : No	
P ₅ : Material	C ₅₁ : Pocos	C ₅₂ : Muchos	
P ₆ : Grosor barras	C ₆₁ : Finas	C ₆₂ : Gruesas	

La siguiente tabla muestra la codificación del espacio de propiedades. Esta codificación será empleada para el modelo de regresión lineal múltiple.

	P1			P2		P3		P4		P5		P6	
	C1 1	C12	C13	C21	C22	C31	C32	C41	C42	C51	C52	C61	C62
E1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1
E2	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1
E3	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0
E4	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0

Las tablas realizadas a partir de los datos obtenidos con las regresiones lineales múltiples son las siguientes:

Datos Kansei “Comodidad”

Kansei	CCM	CP	Propiedad	Sub- Propiedad	CS
Comodidad	1	0,98	Agarre al pie	Velcro al tobillo	0,25
				Plataforma	0,2
				Zapato	-0,335
		0,07	Agarre al cuerpo	Tronco	-0,025
				Hombros	0,025
		0,19	Colores	Metálicos	0,065
				Colores	-0,065
		0,07	Agarre piernas	Velcros	-0,025
				Velcros con almohadillas	0,025
		0,07	Material	Pocos	-0,025
				Muchos	0,025
		0,07	Grosor barras	Finos	-0,025
				Gruesos	0,025

Datos Kansei “Moderno”

Kansei	CCM	CP	Propiedad	Sub- Propiedad	CS
Moderno	1	0,98	Agarre al pie	Velcro al tobillo	0,61
				Plataforma	-0,017
				Zapato	-0,445
		0,56	Agarre al cuerpo	Tronco	0,315
				Hombros	-0,315
		0,27	Colores	Metálicos	0,155
				Colores	-0,155
		0,56	Agarre piernas	Velcros	0,315
				Velcros con almohadillas	-0,315
		0,56	Material	Pocos	0,315
				Muchos	-0,315
		0,56	Grosor barras	Finos	0,315
				Gruesos	-0,315

Datos Kansei “Atractivo”

Kansei	CCM	CP	Propiedad	Sub- Propiedad	CS
Atractivo	1	1	Agarre al pie	Velcro al tobillo	0,653
				Plataforma	0,107
				Zapato	-0,57
		0,30	Agarre al cuerpo	Tronco	0,19
				Hombros	-0,19
		0,34	Colores	Metálicos	0,22
				Colores	-0,22
		0,30	Agarre piernas	Velcros	0,19
				Velcros con almohadillas	-0,19
		0,30	Material	Pocos	0,19
				Muchos	-0,19
		0,30	Grosor barras	Finos	0,19
				Gruesos	-0,19

Datos Kansei “Seguro”

Kansei	CCM	CP	Propiedad	Sub- Propiedad	CS
Seguro	1	0,67	Agarre al pie	Velcro al tobillo	0,210
				Plataforma	0,050
				Zapato	-0,195
		0,71	Agarre al cuerpo	Tronco	0,225
				Hombros	-0,225
		0,33	Colores	Metálicos	-0,105
				Colores	0,105
		0,71	Agarre piernas	Velcros	0,225
				Velcros con almohadillas	-0,225
		0,71	Material	Pocos	0,225
				Muchos	-0,225
		0,71	Grosor barras	Finos	0,225
				Gruesos	-0,225

Datos Kansei “Funcional”

Kansei	CCM	CP	Propiedad	Sub- Propiedad	CS
Funcional	1	0,93	Agarre al pie	Velcro al tobillo	0,183
				Plataforma	-0,003
				Zapato	-0,135
		0,64	Agarre al cuerpo	Tronco	0,115
				Hombros	-0,115
		0,14	Colores	Metálicos	0,025
				Colores	-0,025
		0,64	Agarre piernas	Velcros	0,115
				Velcros con almohadillas	-0,115
		0,64	Material	Pocos	0,115
				Muchos	-0,115
		0,64	Grosor barras	Finos	0,115
				Gruesos	-0,115

Datos Kansei “Atrevido”

Kansei	CCM	CP	Propiedad	Sub- Propiedad	CS
Atrevido	1	0,99	Agarre al pie	Velcro al tobillo	0,683
				Plataforma	-0,303
				Zapato	-0,285
		0,68	Agarre al cuerpo	Tronco	0,405
				Hombros	-0,405
		0,56	Colores	Metálicos	0,335
				Colores	-0,335
		0,68	Agarre piernas	Velcros	0,405
				Velcros con almohadillas	-0,405
		0,68	Material	Pocos	0,405
				Muchos	-0,405
		0,68	Grosor barras	Finos	0,405
				Gruesos	-0,405

Para la puesta en común de todos los Kanseis con las propiedades y en consecuencia con las sub-propiedades, se suman todos los coeficientes C.S. de todas las tablas (tabla por cada Kansei) para cada una de las sub-propiedades, resultando la siguiente tabla:

Kansei	Propiedad	Sub- Propiedad	CS
Comodidad Moderno Atractivo Seguro Funcional Atrevido	Agarre al pie	Velcro al tobillo	2,589
		Plataforma	0,034
		Zapato	-1,965
	Agarre al cuerpo	Tronco	1,225
		Hombros	-1,225
	Colores	Metálicos	0,695
		Colores	-0,695
	Agarre piernas	Velcros	1,225
		Velcros con almohadillas	-1,225
	Material	Pocos	1,225
		Muchos	-1,225
	Grosor barras	Finos	1,225
		Gruesos	-1,225

Cuando se obtiene la tabla anterior, se pueden observar las distintas sub-propiedades que afectan negativamente (cuando el “*category score*” es negativo) al diseño y aquellas sub-propiedades que afectan positivamente (cuando el “*category score*” es positivo) al diseño final. Por lo tanto, de esta manera se demuestra la obtención de la tabla siguiente.

Kansei	Propiedad	Sub- Propiedad
Comodidad Moderno Atractivo Seguro Funcional Atrevido	Agarre al pie	Velcro al tobillo
	Agarre al cuerpo	Tronco
	Colores	Metálicos
	Agarre piernas	Velcros
	Material	Pocos
	Grosor barras	Finos