

PRÓTESIS AJUSTABLE PARA UN MIEMBRO AMPUTADO

Campo de la invención

- 5 La presente invención se relaciona con prótesis ajustables para miembros inferiores amputados, específicamente se relaciona con prótesis para amputaciones transfemorales con correas de ajuste.

Descripción del estado de la técnica

10

El estado de la técnica divulga prótesis ajustables para miembros inferiores, como los encontrados en los documentos US 3,545,009 y US 8,443,501.

15

El documento US 8,443,501 divulga una prótesis con un mecanismo de ajuste. El mecanismo de ajuste tiene un dispositivo de prótesis, una línea de tensionamiento, y un mecanismo de tensionamiento. Este documento divulga que el dispositivo de prótesis tiene un adaptador (socket, en inglés) con una abertura superior, porciones anterior y posterior, y porciones lateral y media.

20

El adaptador se define por una capa interna y una capa externa que contiene a la capa interna, las cuales pueden ser de materiales diferentes. Además, este documento divulga que la capa externa puede ser un casquete (Shell, en inglés) de rigidez mayor que la capa interna. Adicionalmente, divulga que la capa externa puede tener una abertura localizada en la región lateral de la prótesis extendiéndose en la dirección longitudinal de la misma y dos ranuras ubicadas en la cara opuesta a la abertura.

25

Asimismo, el documento divulga que el mecanismo de tensionamiento y las líneas de tensionamiento comprimen las paredes del adaptador para ajustar la prótesis a un miembro residual. El mecanismo de tensionamiento puede ser cualquier mecanismo de apriete o bloqueo, tales como, hebillas, pestillos, cerrojos, broches, sujetados de gancho y lazo, mecanismos de trinquete o similares.

30

Sin embargo, el documento US 8,443,501 no indica el punto donde se debe ubicar el mecanismo de tensionamiento para lograr un ajuste adecuado de la prótesis en la región del contorno del muslo. Además desde el punto de vista de manufactura y resistencia mecánica, el tener la abertura y las ranuras implica tener que maquinar la capa externa, o diseñar moldes con complejos ángulos de salida, lo cual podría generar concentradores de esfuerzos que afectan la resistencia mecánica de la prótesis.

35

Por su parte, el documento US 3,545,009 divulga una prótesis (socket, en inglés) para una amputación, particularmente para una amputación arriba de la rodilla. Este documento

40

divulga que la prótesis tiene un extremo abierto y un extremo cerrado. La prótesis tiene una primera ranura longitudinal que se extiende hacia la arista superior de la prótesis y tiene unos medios de ajuste acoplados a dicha primera ranura longitudinal, los cuales permiten graduar las dimensiones de la prótesis. Dicho documento muestra dos medios de ajuste dispuestos a lo largo de la primera ranura longitudinal.

Los medios de ajuste pueden ser una mordaza (clamp, en inglés). Igualmente, el documento US 3,545,009 divulga que la mordaza tiene mordida variable, por lo tanto, la cavidad de la prótesis puede ajustarse a las dimensiones del muñón. La mordaza puede ser operada con la prótesis puesta en el muñón. Adicionalmente, este documento divulga un revestimiento interior (innerlining, en inglés) dispuesto entre la prótesis y el muñón; usualmente el revestimiento interior es de plástico y fibra de vidrio, y debe mantener presión negativa dentro de la prótesis.

Sin embargo, el documento US 3,545,009 muestra que es necesario ajustar la prótesis en dos o más puntos con los medios de ajuste, para así poder lograr un acople seguro al muñón del usuario, lo cual implica más partes, y, por lo tanto, mayor mantenimiento, costos de producción y complejidad para el usuario, si se compara con una prótesis que tenga un único medio de ajuste.

Con base en lo anterior, el estado de la técnica no divulga una prótesis ajustable que permita lograr un ajuste seguro y cómodo para el usuario sin necesidad de utilizar múltiples y/o complejos mecanismos de ajuste.

Breve descripción de la invención

La presente invención corresponde a una prótesis ajustable para un miembro amputado, que comprende un cuerpo hueco que tiene un extremo distal, y un extremo proximal localizado encima del extremo distal. También, la prótesis tiene una ranura que se extiende entre el extremo distal y el extremo proximal, donde la ranura define un primer lado y un segundo lado. Además, la prótesis incluye un mecanismo de fijación ubicado en el extremo proximal y conectado a los lados de la ranura; y un receptáculo ubicado dentro del cuerpo hueco; donde el receptáculo tiene una dureza entre 2 y 20 veces menor que el cuerpo hueco.

El mecanismo de fijación puede ser un mecanismo de correa dentada conformado por una hebilla localizada en el primer lado de la ranura y una correa dentada con un primer extremo conectado al segundo lado de la ranura y un segundo extremo acoplado a la hebilla.

También, el mecanismo de fijación puede conformarse de un primer soporte conformado por una platina de anclaje conectada al cuerpo hueco en el primer lado de la ranura; y un recinto conectado a la platina de anclaje. El recinto incluye una perforación pasante localizada en la

región central del recinto, un anillo de uñetas dispuesto concéntricamente con la perforación pasante y un conducto localizado entre el recinto y la platina de anclaje. Además, el mecanismo de fijación incluye un elemento de accionamiento conformado por un primer engranaje conectado al anillo de uñetas; y un segundo engranaje que sobresale el primer engranaje y atraviesa la perforación pasante. Asimismo, el mecanismo de fijación puede tener un primer cinturón con un primer extremo conectado al cuerpo hueco en el primer lado de la ranura, y un segundo extremo con una primera región dentada que se inserta en el tercer canal, y se acopla al segundo engranaje; y un segundo cinturón con un primer extremo conectado al cuerpo hueco en el segundo lado de la ranura, y un segundo extremo con una segunda región dentada que se inserta en el tercer canal y se acopla al segundo engranaje.

Descripción detallada

Las prótesis para miembros amputados juegan un papel fundamental para la rehabilitación e inclusión de personas con movilidad reducida debido a traumatismos de sus piernas.

Por ejemplo, en personas que han sufrido enfermedades infecciosas, diabetes, han tenido accidentes laborales, de tránsito, traumatismos por impactos de arma de fuego o explosivos son algunos tipos de población que pueden ser usuarios de la presente invención.

Por otro lado, un usuario con amputaciones transfemorales o transtibiales, puede presentar en su muñón cambios de volumen, los cuales ocurren por causas como: la alimentación, actividad física, condiciones ambientales, composición corporal y en el caso específico de las mujeres, el ciclo menstrual afecta las dimensiones del muñón.

Por lo tanto, es necesario tener un ajuste adecuado, que evite que la prótesis se afloje, pudiendo provocar que se salga durante su operación, y pueda ocasionar un accidente, o por el contrario, apriete demasiado el muñón del usuario y cause molestias, e incluso laceraciones al usuario.

La presente invención corresponde a una prótesis ajustable para un miembro amputado que comprende:

- un cuerpo hueco (1) que tiene:
 - un extremo distal (2), y un extremo proximal (3) localizado encima del extremo distal (2);
 - una ranura (4) que se extiende entre el extremo distal (2) y el extremo proximal (3), donde la ranura (4) define un primer lado y un segundo lado;
 - un mecanismo de fijación (5) ubicado en el extremo proximal (3), conectado a los lados de la ranura (4); y
 - un receptáculo (6) ubicado dentro del cuerpo hueco (1); preferiblemente el receptáculo (6) tiene una dureza entre 2 y 20 veces menor que el cuerpo hueco (1).

La forma del cuerpo hueco (1) corresponde a una aproximación anatómica de un muñón de un usuario con una amputación. Preferiblemente, el cuerpo hueco (1) se fabrica con base en un análisis dimensional del muñón del paciente, tomando en cuenta que las medidas del cuerpo hueco (1) permiten al usuario insertar su muñón, y asegurar el cuerpo hueco (1) al mismo.

El cuerpo hueco (1) tiene una sección transversal que se selecciona del grupo que comprende secciones cuadradas, secciones cuadrilaterales, secciones oblongas, secciones ovolongitudinales, secciones de contacto total, o cualquier otra sección transversal apta para la labor conocida por una persona versada en la materia.

Se entenderá en la presente invención, que la sección transversal del cuerpo hueco (1) varía con la altura, teniendo como resultado un cuerpo hueco (1) con un ancho mayor en el extremo proximal (3) que en el extremo distal (2). También, se entenderá por sección de contacto total, una sección transversal que se encaja al contorno anatómico del muñón del usuario; dicho contorno anatómico puede obtenerse por modelamiento con yeso, resinas poliméricas, arcillas, masillas o cualquier otro elemento moldeable que permite sacar un molde del contorno anatómico del muñón. Además, el contorno anatómico se puede obtener mediante modelación tridimensional, por ejemplo, modelación (v.g. reconstrucción por láser, tomografías, resonancias magnéticas, etc.).

Haciendo referencia a la FIG. 3, el cuerpo hueco (1) tiene en el extremo proximal (3) un diámetro entre 508 y 470 mm, el cual se calcula a partir de un diámetro proximal (B) medido en la región proximal del muñón del usuario donde coincida el extremo proximal (3). Asimismo, el cuerpo hueco (1) tiene en el extremo distal (2) un diámetro entre 308mm y 298mm, el cual se calcula a partir de un diámetro distal (E) medido en la región proximal del muñón del usuario donde coincida el extremo distal (2). Estas dimensiones tomadas como ejemplo, corresponden a las dimensiones características de personas de la región de Santander, en Colombia.

También, se pueden tomar medidas de contorno a lo largo del muñón, para tomarlas en cuenta en la fabricación del cuerpo hueco (1), y así, garantizar la comodidad y ajuste de la prótesis. Por ejemplo, se pueden tomar un primer diámetro medial (C) debajo del extremo proximal (3) y un segundo diámetro medial (D) ubicado encima del extremo distal (2).

Las medidas de los diámetros mediales (C, D) pueden ser entre 350mm y 600mm, los cuales dependen de la contextura física del usuario de la prótesis de la presente invención.

Particularmente, si el usuario tiene una amputación transfemoral, el cuerpo hueco (1) en su extremo proximal (3) tiene un anillo de mando (38) que se acopla al contorno del muslo, el

cual tiene un diámetro de mando (A), que se mide desde la ingle hasta la región lateral-distal del muslo cercana a la cadera.

5 El anillo de mando (38) se extiende hacia arriba del extremo proximal (3), y tiene una forma curva que se acopla a la forma de la pierna del usuario en su región proximal, de manera que el anillo de mando (38) cubre la región de la pierna donde se ubica la cabeza del fémur, el asiento para isquion y los músculos residuales del glúteo.

10 Respecto a la altura de la prótesis, se debe tener en cuenta la altura del muñón, la cual varía según la contextura física del usuario, y la distancia medida desde la cabeza del fémur a la cual se amputó la pierna de dicho usuario. Por ejemplo, la altura de la prótesis puede ser entre 200mm y 500mm, entre 200mm y 250mm, entre 250mm y 300mm, entre 300mm y 350mm, entre 350mm y 400mm, entre 400mm y 450mm, o entre 450mm y 500mm.

15 Por otro lado, la ranura (4) tiene una región distal ubicada en el extremo distal (2) y una región proximal más ancha que la región distal. Por ejemplo, la ranura (4) puede tener un ancho en la región proximal entre 1,5 y 2,5 veces más grande que el ancho de su región distal. También la ranura (4) puede tener un ancho en la región proximal entre 1,5 y 2,5, entre 1,5 y 1,7, entre 1,7 y 1,9, entre 1,9 y 2,1, entre 2,0 y 2,2, entre 2,2 y 2,5, o más de 2,5 veces más
20 grande que el ancho de su región distal.

Lo anterior permite que el cuerpo hueco (1) pueda variar sus dimensiones en mayor proporción en el extremo proximal (3) que en el extremo distal (2). Esto permite al cuerpo hueco (1) ajustarse con firmeza a la región proximal del muñón del paciente, en la zona del
25 anillo de mando del cuerpo hueco (1).

Haciendo referencia a la FIG. 2, adicionalmente, la orientación de la ranura (4) puede ser paralela a la dirección del fémur del muñón, con lo cual, cuando se aumenta o se reduce el ancho de la ranura (4), se produce una reducción homogénea de las dimensiones del cuerpo
30 hueco (1), tomando como eje de referencia dicho fémur. Respecto al muñón del usuario, la ranura (4) queda posicionada en la región anterior del muslo del usuario; de esta manera, el usuario puede ajustar con sus manos el mecanismo de fijación (5).

Adicionalmente, la ranura (4) puede ubicarse en una cara anterior o lateral del cuerpo hueco
35 (1). Se entenderá en la presente invención que la cara anterior es una región del cuerpo hueco (1) que coincide en con la parte anterior del muñón del usuario; asimismo, se entenderá que la cara lateral es una cara que coincide con la región lateral externo o interna del muñón del usuario.

40 Por otro lado, el cuerpo hueco (1) puede ser de un material plástico o metálico. En el caso de que sea de un material plástico, se selecciona del grupo conformado por polímeros

termoplásticos, polímeros termoestables, u otros polímeros similares o equivalentes conocidos por una persona versada en la materia. Entre los polímeros termoplásticos se encuentran materiales como: polietileno (PE, por sus siglas en inglés), polietileno de alta densidad (PEHD, por sus siglas en inglés), polietileno de ultra alta densidad (PEUHD, por sus siglas en inglés), policloruro de vinilo (PVC, por sus siglas en inglés); de policloruro de vinilo clorado (CPVC, por sus siglas en inglés); polietileno teréftalato (PET, por sus siglas en inglés), poliamidas (PA) (v.g. PA12, PA6, PA66); policlorotrifluoroetileno (PCTFE, por sus siglas en inglés); polifluoruro de vinilideno (PVDF, por sus siglas en inglés); politetrafluoruro de etileno (PTFE, por sus siglas en inglés); etileno-clorotrifluoroetileno (ECTFE, por sus siglas en inglés), otros polímeros termoplásticos conocidos por una persona versada en la materia, o combinaciones de los mismos. Por su parte, entre los polímeros termoestables se encuentran polímeros (v.g. resinas poliéster, viniléster, epóxicas, vinílicas) reforzados con fibras (v.g. de vidrio, aramida, poliéster, carbono) otros polímeros termoestables y resinas conocidos por una persona versada en la materia, o combinaciones de los mismos.

Asimismo, en el caso de que el cuerpo hueco (1) sea de un material metálico, puede ser de acero al carbono, fundiciones de hierro, hierro galvanizado, aceros al cromo, aceros al cromo-níquel, aceros al cromo-níquel-titanio, aleación de níquel-cromo-molibdeno-tungsteno, aleaciones ferrosas al cromo-molibdeno, acero inoxidable 301, acero inoxidable 302, acero inoxidable 304, acero inoxidable 316, acero inoxidable 405, acero inoxidable 410, acero inoxidable 430, acero inoxidable 442, acero aleado con manganeso, aluminio y aleaciones del mismo, cobre, latón, aleaciones de magnesio, titano y aleaciones del mismo, y combinaciones de los anteriores.

También, el cuerpo hueco (1) puede ser de madera, por ejemplo, de madera de caoba, roble, cedro, pino, nazareno, balso, o combinaciones de las mismas.

Preferiblemente, el cuerpo hueco (1) es de un material liviano y resistente, pero que a la vez tenga una conformabilidad adecuada para acoplarse a la geometría de muñón del usuario. Por ejemplo, los polímeros (resinas poliéster, viniléster, epóxicas, vinílicas) reforzados con fibras (v.g. de vidrio, aramida, poliéster); permiten fabricar el cuerpo hueco en moldes por procesos de manufactura como aspersión, laminado manual (hand lay-up, en inglés), procesos infusión de resina, moldeo por transferencia de resina (Resin Transfer Molding, RTM, en inglés), moldeo por inyección de reactivo (Reaction Injection Molding, RIM, en inglés), moldeo por transferencia de resina asistida por vacío (Vacuum-Assisted Resin Transfer Molding, VARTM, en inglés), termoformado, pultrusión, y combinaciones de los anteriores.

Por otro lado, los materiales termoplásticos permiten fabricar el cuerpo hueco (1) por inyección, rotomoldeo, impresión tridimensional o termoformado; dichos materiales

termoplásticos pueden ser polietileno (PE, por sus siglas en inglés), polietileno de alta densidad (PEHD, por sus siglas en inglés), polietileno de ultra alta densidad (PEUHD, por sus siglas en inglés), policloruro de vinilo (PVC, por sus siglas en inglés); de policloruro de vinilo clorado (CPVC, por sus siglas en inglés); polietileno teréftalato (PET, por sus siglas en inglés), poliamidas (PA) (v.g. PA12, PA6, PA66); policlorotrifluoroetileno (PCTFE, por sus siglas en inglés); polifluoruro de vinilideno (PVDF, por sus siglas en inglés); politetrafluoruro de etileno (PTFE, por sus siglas en inglés); etileno-clorotrifluoroetileno (ECTFE, por sus siglas en inglés).

- 10 Además, el cuerpo hueco (1) se fabrica en un material biocompatible, que cumplen con la norma ISO-10993: “Biological Evaluation of Medical Devices”. Algunos materiales son: Poliariletercetona (PAEK, por sus siglas en inglés), polieteretercetona (PEEK, por sus siglas en inglés), polietileno de alta densidad (HDPE, por sus siglas en inglés), Polietileno de ultra alto peso molecular (UHMWPE), polimetilmetacrilato (PMMA, por sus siglas en inglés),
15 Polisulfonas (PSU, por sus siglas en inglés), Polieterimida (PEI, por sus siglas en inglés), polifenilsulfona (PPSU por sus siglas en inglés) y sulfuro de polifenileno (PPS, por sus siglas en inglés), Titanio Comercialmente Puro (ASTM F67), aleaciones de titanio ASTM B265 (especificación estándar de titanio y titanio en forma de banda, chapa y placa) y Acero Inoxidable AISI 316L, Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS, por sus siglas en inglés),
20 policarbonato, poliamida, poliéster, policloruro de vinilo (PVC, por sus siglas en inglés).

Por su lado, el receptáculo (6) tiene una forma que se ajusta a la forma interna del cuerpo hueco (1). Una de las funciones de receptáculo (6) es proporcionar al usuario una superficie blanda y cómoda, que evite al usuario lesiones como llagas, ampollas, laceraciones, o
25 combinaciones de estas.

Por lo tanto, el receptáculo (6) es de un material seleccionado del grupo que comprende espumas poliméricas, textiles no tejidos, textiles de microfibra, textiles tejidos con relleno, textiles con fibras de silicona, elastómeros (v.g. caucho, elastano, fibras expandibles
30 (spandex, en inglés)), rayón, tejidos con fibras poliméricas (v.g. poliéster, polipropileno, poliéster-viscosa, poliamida 6, poliamida 6.6, poliamida), tejidos de fibras animales (v.g. fibras de lana, seda, pelo de vicuña, de kashmir, alpaca, conejo), fibras vegetales (v.g. algodón, lino, celulosa), velos y medias de silicona o combinaciones de los mismos.

35 En el caso de que el receptáculo (6) sea de espumas poliméricas, se seleccionan del grupo que comprende espumas de poliuretano, polietileno, poliéster, etilenvinilacetato (EVA, por sus siglas en inglés), o combinaciones de los mismos.

Preferiblemente, el receptáculo (6) es de material seleccionado del grupo que comprende
40 espumas poliméricas, textiles no tejidos, textiles de microfibra, textiles tejidos con relleno y

elastómeros que tengan las características de contener el muñón del usuario sin lastimarlo o causarle lesiones.

5 Por otra parte, en el extremo distal (2) se ubica un puerto de conexión (14), donde el puerto de conexión (14) se acopla un elemento de prótesis (15).

Por otro lado, el mecanismo de fijación (5) puede ser un mecanismo de correa (7) dentada conformado por:

- una hebilla (8) localizada en el primer lado de la ranura (4); y
- 10 • una correa dentada (9) con un primer extremo (10) conectado al segundo lado de la ranura (4) y un segundo extremo (11) acoplado a la hebilla (8).

La correa dentada (9) y la hebilla (8) permiten cerrar la región proximal de la ranura (4), y así, reducir las dimensiones del cuerpo hueco (1). La correa dentada (9) y la hebilla (8) se
15 localizan en la región proximal de la ranura (4), preferiblemente a una distancia entre 250mm y 190mm medida desde el extremo distal (2) del cuerpo hueco (1).

También, la distancia entre la correa dentada (9) y el extremo distal (2) puede ser entre 260mm y 250mm, entre 250mm y 240mm, entre 240mm y 230mm, entre 230mm y 210mm,
20 entre 210mm y 180mm, entre 180mm y 150mm, o entre 150mm y 120mm.

Para lograr ampliar y reducir la región proximal de la ranura (4), y así, reducir las dimensiones del cuerpo hueco (1), la correa dentada (9) necesita una longitud mayor que el ancho máximo de la ranura (4), el cual se define cuando no se aplica fuerza alguna al cuerpo
25 hueco (1) para modificar su tamaño.

Por ejemplo, la correa dentada (9) tiene una longitud seleccionada entre 80mm y 200mm, entre 90mm y 100mm, entre 100mm y 120mm, entre 120mm y 130mm, entre 130mm y 150mm, entre 150mm y 200mm, o mayor a 200mm.

30 Se entenderá que la longitud de la correa dentada (9), y la distancia entre la correa dentada (9) y el extremo distal (2) dependen de las dimensiones de la ranura (4) y las dimensiones del muñón del usuario.

35 Haciendo referencia a la FIG. 1, y FIG. 3, preferiblemente, la hebilla (8) y la correa dentada (9) se posicionan de manera que conforme la correa dentada (9) y el primer lado de la ranura (4) un ángulo entre 85° y 105°. Aún más preferiblemente el ángulo es de 90°.

Por otro lado, la correa dentada (9) tiene un cuerpo del cual sobresale una pluralidad de
40 dientes distribuidos a lo largo de su longitud. Preferiblemente, cada diente tiene una cara ortogonal a la dirección longitudinal del cuerpo de la correa dentada (9) y tiene una cara

inclinada respecto a dicha dirección longitudinal. La cara ortogonal es la encargada de acoplarse a la hebilla y evitar el desplazamiento relativo entre la correa dentada (9) y la hebilla (8).

5 Además, la correa dentada (9) tiene un primer extremo (10) que se conecta al cuerpo hueco (1), cerca del primer lado de la ranura (4), con medios de fijación (39) que se seleccionan del grupo que comprende pines, remaches, pernos, tornillos (v.g. autoperforantes, autorroscantes), soldadura (v.g. SMAW, GMAW, GTAW, FCAW, y demás métodos aceptados por la American Welding Society), soldadura química (v.g. adhesivos epóxicos, metacrilatos, acrílicos, y combinaciones de los mismos), combinaciones de los anteriores, o
10 cualquier otro medio de fijación apto para labor conocido por una persona versada en la materia.

Haciendo referencia a la FIG. 1, y la FIG. 5, preferiblemente los medios de fijación (39) se
15 seleccionan del grupo que comprende pines, remaches, pernos, tornillos (v.g. autoperforantes, autorroscantes), o combinaciones de los anteriores. Estos tienen la ventaja que son fáciles de instalar y remover.

Haciendo referencia a la FIG. 1, y la FIG. 5, la hebilla (8) se conforma de una base (30)
20 compuesta por una cara rectangular (31), de la cual sobresalen dos platinas (32) paralelas entre sí, donde cada platina (32) sobresale de una arista de la cara rectangular (31). Dicha cara rectangular (31) entra en contacto con el cuerpo de la correa dentada (9), dejando los dientes de la correa dentada (9) en la dirección que se extienden las platinas (32).

25 Por otro lado, dichas platinas (32) sostienen un eje (33), que a su vez sostiene un resorte de torsión (34). Adicionalmente, el eje (33) se acopla a una lengüeta (35) con un región frontal (37), una región trasera (36) y una región medial ubicada entre las regiones frontal (37) y trasera (36). El resorte a torsión (34) se ubica entre región trasera (36) la lengüeta (35) y la cara rectangular (31), permitiendo que la región frontal (37) de la lengüeta (35) entre en
30 contacto con los dientes de la correa dentada (9).

Haciendo referencia a la FIG. 1 y FIG. 5, en una modalidad de la invención, en la hebilla (8), el extremo frontal (37) sobresale hacia abajo de la región medial de la lengüeta (35), conformando un ángulo agudo respecto a la cara inferior de la región medial. Esta geometría
35 es relativamente fácil de construir por procesos de manufactura en plástico y metalmecánica, como lo son doblado, termoformado, y laminado.

Por otro lado, haciendo referencia a la FIG. 1 y FIG. 5, en una modalidad de la invención, la hebilla (8) tiene en su extremo frontal (37) una muesca (47) que se acopla operativamente
40 a los dientes de la correa dentada (9) para evitar el movimiento relativo de dicha correa dentada (9), y de esta manera, asegurar la ranura (4).

La correa dentada (9) se selecciona entre correas de plástico, caucho, tela, metal o combinaciones de los mismos.

5 Por ejemplo, si la correa dentada (9) es de un material plástico, este se selecciona del grupo conformado por polímeros termoplásticos, polímeros termoestables, u otros polímeros similares o equivalentes conocidos por una persona versada en la materia. Entre los polímeros termoplásticos se encuentran materiales como: polietileno (PE, por sus siglas en inglés), polietileno de alta densidad (PEHD, por sus siglas en inglés), polietileno de ultra alta
10 densidad (PEUHD, por sus siglas en inglés), policloruro de vinilo (PVC, por sus siglas en inglés); de policloruro de vinilo clorado (CPVC, por sus siglas en inglés); polietileno teréftalato (PET, por sus siglas en inglés), poliamidas (PA) (v.g. PA12, PA6, PA66); policlorotrifluoroetileno (PCTFE, por sus siglas en inglés); polifluoruro de vinilideno (PVDF, por sus siglas en inglés); politetrafluoruro de etileno (PTFE, por sus siglas en inglés);
15 etileno-clorotrifluoroetileno (ECTFE, por sus siglas en inglés), otros polímeros termoplásticos conocidos por una persona versada en la materia, o combinaciones de los mismos. Por su parte, entre los polímeros termoestables se encuentran polímeros (v.g. resinas poliéster, viniléster, epóxicas, vinílicas) reforzados con fibras (v.g. de vidrio, aramida, poliéster, carbono) otros polímeros termoestables y resinas conocidos por una persona
20 versada en la materia, o combinaciones de los mismos.

Algunas de las ventajas de que la correa dentada (9) sea de plástico o de polímeros reforzados con fibras, es que estos materiales son livianos, y permiten fabricar la correa dentada (9) en grandes cantidades en métodos como inyección y termoformado, en comparación con las
25 cantidades que se podrían producir con métodos de fundición y maquinado en metalurgia.

Sin embargo, en caso de que se desee tener alta resistencia mecánica y un menor costo de materia prima, la correa dentada (9) puede ser de un material metálico seleccionado entre aluminio, cobre, latón, acero al carbono, acero inoxidable 301, acero inoxidable 302, acero
30 inoxidable 304, acero inoxidable 316, acero inoxidable 405, acero inoxidable 410, acero inoxidable 430, acero inoxidable 442, o combinaciones de los anteriores.

Además, si desea tener alta resistencia y bajo peso, como es usual en materiales para prótesis, la correa dentada (9) puede ser de polímeros (resinas poliéster, viniléster, epóxicas, vinílicas) reforzados con fibras (v.g. vidrio, carbono, poliéster, aramida). Por ejemplo, la correa
35 dentada (9) es de un material que se selecciona entre laminados de aramida y resina epóxica, laminados de fibra de carbono y resina epóxica, laminados de resina poliéster (v.g. ortoftálica, tereftálica, isoftálica) reforzados con fibras de poliéster, vidrio, o combinaciones de los mismos.

40

Por su parte, la hebilla (8) puede ser de un material metálico o plástico. Por ejemplo, si la hebilla (8) es de un material plástico, este se selecciona del grupo conformado por polímeros termoplásticos, polímeros termoestables, u otros polímeros similares o equivalentes conocidos por una persona versada en la materia. Entre los polímeros termoplásticos se encuentran materiales como: polietileno (PE, por sus siglas en inglés), polietileno de alta densidad (PEHD, por sus siglas en inglés), polietileno de ultra alta densidad (PEUHD, por sus siglas en inglés), policloruro de vinilo (PVC, por sus siglas en inglés); de policloruro de vinilo clorado (CPVC, por sus siglas en inglés); polietileno teréftalato (PET, por sus siglas en inglés), poliamidas (PA) (v.g. PA12, PA6, PA66); policlorotrifluoroetileno (PCTFE, por sus siglas en inglés); polifluoruro de vinilideno (PVDF, por sus siglas en inglés); politetrafluoruro de etileno (PTFE, por sus siglas en inglés); etileno-clorotrifluoroetileno (ECTFE, por sus siglas en inglés), otros polímeros termoplásticos conocidos por una persona versada en la materia, o combinaciones de los mismos. Por su parte, entre los polímeros termoestables se encuentran polímeros (v.g. resinas poliéster, viniléster, epóxicas, vinílicas) reforzados con fibras (v.g. de vidrio, aramida, poliéster, carbono) otros polímeros termoestables y resinas conocidos por una persona versada en la materia, o combinaciones de los mismos.

En cambio, si la hebilla (8) es metálica, puede ser de un material metálico seleccionado entre aluminio, cobre, latón, acero al carbono, acero inoxidable 301, acero inoxidable 302, acero inoxidable 304, acero inoxidable 316, acero inoxidable 405, acero inoxidable 410, acero inoxidable 430, acero inoxidable 442, o combinaciones de los anteriores.

Haciendo referencia a la FIG. 1 y FIG. 4 y FIG. 5, en una modalidad de la invención, la prótesis comprende un cuerpo hueco (1) que tiene un extremo distal (2), y un extremo proximal (3) localizado encima del extremo distal (2); una ranura (4) que se extiende entre el extremo distal (2) y el extremo proximal (3), donde la ranura (4) define un primer lado y un segundo lado. Además, la prótesis tiene un mecanismo de fijación (5) ubicado en el extremo proximal (3) y conectado a los lados de la ranura (4); y un receptáculo (6) ubicado dentro del cuerpo hueco (1); donde el receptáculo (6) tiene una dureza entre 2 y 20 veces menor que el cuerpo hueco (1). Adicionalmente, en el extremo proximal (3) la prótesis tiene un primer canal (12) y un segundo canal (13) alineado con el primer canal (12), donde los canales (12, 13) albergan la correa dentada (9) del mecanismo de fijación (5).

Los canales (12, 13) permiten que la correa dentada (9) quede oculta, con lo cual, se evita que mediante un movimiento accidental, el usuario golpee y afloje la correa dentada (9), lo cual provocaría que se desajuste la prótesis. Esto es importante para la seguridad del usuario, pues, si se golpea la prótesis de manera que se mueva la correa dentada (9), por ejemplo, mientras está caminando el usuario, se puede aflojar la prótesis, lo cual puede provocarle al usuario una caída o lesión.

Preferiblemente, uno de los canales (12, 13) tiene una abertura (40) en la cual se posiciona la hebilla (8). La abertura (40) permite que la hebilla (8) quede alojada dentro del canal (12, 13), con lo cual, se protege lateralmente de golpes accidentales.

- 5 Preferiblemente la prótesis tiene en su extremo distal (2) un puerto de conexión (14), donde el puerto de conexión (14) se acopla un elemento de prótesis (15).

El puerto de conexión (14) puede formar un cuerpo monolítico con el cuerpo hueco (1), o puede ser una parte independiente que se une a dicho cuerpo hueco (1) con medios de
10 fijación, tales como, bridas, pernos, remaches, tornillos o combinaciones de los mismos.

Por su parte, el elemento de prótesis (15) se selecciona del grupo que comprende pilares, amortiguadores, rótulas mecánicas, rodillas monoaxiales, rodillas hidráulicas, elementos de pie monoaxiales o multiaxiales o combinaciones de los anteriores.

15 Haciendo referencia a la FIG. 1, el elemento de prótesis (15) preferiblemente se conforma de una rodilla (41), por ejemplo un componente monoaxial, monocéntrico, o multiaxial, conectada al puerto de conexión (14), un elemento de pie (42), que puede ser monoaxial o multiaxial, y un pilar (43) conectado entre el elemento de pie (42) y la rodilla (41).

20 En el caso de que la rodilla (41) y el elemento de pie (42) sean monoaxiales, el usuario puede caminar con firmeza, sin tener peligro que la rodilla (41) o el elemento de pie (42) se desvíen hacia los lados, lo cual podría hacer tropezar al usuario mientras camina.

25 Por el contrario, si la rodilla (41) y el elemento de pie (42) son multiaxiales, el usuario tiene una mayor movilidad y versatilidad para moverse, pero requiere más entrenamiento para su uso.

También, el elemento de prótesis (15) puede incluir un pilar de extensión (no ilustrado)
30 dispuesto entre el puerto de conexión (14) y la rodilla (41), en el caso de que la amputación del usuario sea mayor a 5 cm arriba de su rodilla. Lo anterior permite que la rodilla (41) se posicione paralela a la rodilla de la otra pierna del usuario, en caso de que tenga una sola amputación. Además, si el usuario tiene ambas piernas amputadas, ya sea a la misma altura, o a alturas distintas, en cada pierna se instala una prótesis de la presente invención, y se
35 alinean las rodillas (41) tomando en cuenta la longitud de los pilares de extensión.

Además, el elemento de prótesis (15) puede conformarse de una rodilla (41), por ejemplo una monoaxial, o multiaxial, conectada al puerto de conexión (14), y un resorte de hoja (no
40 ilustrado) que se extiende hacia abajo de la rodilla (41). El resorte de hoja puede unirse directamente a la rodilla, por ejemplo con medios de fijación como, tornillos, pernos,

remaches, bridas o combinaciones de los mismos. También, entre el resorte de hoja y la rodilla (41) puede ponerse un pilar de extensión.

Haciendo referencia a la FIG. 6, en una modalidad de la invención la prótesis comprende un
5 cuerpo hueco (1) que tiene un extremo distal (2), y un extremo proximal (3) localizado encima del extremo distal (2); una ranura (4) que se extiende entre el extremo distal (2) y el extremo proximal (3), donde la ranura (4) define un primer lado y un segundo lado. Además, la prótesis tiene un mecanismo de fijación (5) ubicado en el extremo proximal (3) y conectado a los lados de la ranura (4); y un receptáculo (6) ubicado dentro del cuerpo hueco (1); donde
10 el receptáculo (6) tiene una dureza entre 2 y 20 veces menor que el cuerpo hueco (1).

En esta modalidad de la invención, el mecanismo de fijación (5) se conforma de:

- un primer soporte (16) conformado por:
 - una platina de anclaje (17) conectada al cuerpo hueco (1) en el primer
15 lado de la ranura (4);
 - un recinto (18) conectado a la platina de anclaje (17), el recinto (18) incluye:
 - una perforación pasante (19) localizada en la región central del recinto (18);
 - un anillo de uñetas (20) dispuesto concéntricamente con la perforación
20 pasante (19); y
 - un conducto (25) localizado entre el recinto (18) y la platina de anclaje (17);
- un elemento de accionamiento (21) conformado por un primer engranaje (22) conectado al anillo de uñetas (20); y un segundo engranaje (23) que sobresale el
25 primer engranaje (22) y atraviesa la perforación pasante (19);
- un primer cinturón (24) con un primer extremo conectado al cuerpo hueco (1) en el primer lado de la ranura (4), y un segundo extremo con una primera región dentada (28) que se inserta en el conducto (25), y se acopla al segundo engranaje (23); y
- un segundo cinturón (27) con un primer extremo conectado al cuerpo hueco (1) en el
30 segundo lado de la ranura (4), y un segundo extremo con una segunda región dentada (29) que se inserta en el conducto (25), y se acopla al segundo engranaje (23).

El primer soporte (16) une el mecanismo de fijación (5) al cuerpo hueco (1) a uno de los
35 lados de la ranura (4). Para lograr lo anterior, el primer soporte (6) se une al cuerpo hueco (1) con medios de fijación que se seleccionan del grupo que comprende pines, remaches, pernos, tornillos (v.g. autoperforantes, autorroscantes), soldadura (v.g. SMAW, GMAW, GTAW, FCAW, y demás métodos aceptados por la American Welding Society), soldadura química (v.g. adhesivos epóxicos, metacrilatos, acrílicos, y combinaciones de los mismos),
40 combinaciones de los anteriores, o cualquier otro medio de fijación apto para esta labor conocido por una persona versada en la materia.

El primer soporte (16) incluye la platina de anclaje (17) que se selecciona del grupo que comprende platinas curvas, laminados plásticos, laminados de polímeros (v.g. resinas poliéster, viniléster, epóxicas, acrílicas) reforzada con fibras (v.g. de vidrio, aramida, carbono, poliéster), platinadas maquinadas y curvadas, o cualquier otra geometría apta para esta labor conocida por una persona versada en la materia.

Preferiblemente, la geometría de la platina de anclaje (17) se selecciona entre platinas curvas y laminados plásticos o laminados de polímeros reforzados con fibras. Estos permiten acoplarse a la forma curva del cuerpo hueco (1) y asegurar un ajuste adecuado del mecanismo de fijación (5).

Aún más preferiblemente, la platina de anclaje (17) tiene una guía (48) que se extiende en la dirección longitudinal de dicha platina de anclaje (17). En la guía (48) se ponen los cinturones (24, 27); de esta manera la guía (48) restringe el movimiento vertical de dichos cinturones (24, 27).

Por otro lado, el primer soporte (16) tiene un recinto (18) ubicado encima de la platina de anclaje (17). Una de las funciones del recinto (18) es sostener el anillo de uñetas (20) y el elemento de accionamiento (21). Por su parte el conducto (25) es un canal que atraviesa el recinto (18), en el cual se insertan los cinturones (24, 27). Preferiblemente el conducto (25) es curvo y tiene una sección transversal rectangular que se ajusta a la geometría de los cinturones (24, 27) y los restringe verticalmente y en la dirección ortogonal a la platina de anclaje (17).

Preferiblemente, el recinto (18) conforma un cuerpo monolítico con la platina de anclaje (17), el cual puede ser plástico o metálico. Por ejemplo, si el cuerpo monolítico es plástico, es de un material seleccionado del grupo conformado por polietileno (PE, por sus siglas en inglés), polietileno de alta densidad (PEHD, por sus siglas en inglés), polietileno de ultra alta densidad (PEUHD, por sus siglas en inglés), policloruro de vinilo (PVC, por sus siglas en inglés); de policloruro de vinilo clorado (CPVC, por sus siglas en inglés); polietileno teréftalato (PET, por sus siglas en inglés), poliamidas (PA) (v.g. PA12, PA6, PA66); policlorotrifluoroetileno (PCTFE, por sus siglas en inglés); politetrafluoruro de etileno (PTFE, por sus siglas en inglés); etileno-clorotrifluoroetileno (ECTFE, por sus siglas en inglés), Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS, por sus siglas en inglés), policarbonato, poliamida, poliéster, polímeros (resinas poliéster, viniléster, epóxicas, vinílicas) reforzados con fibras (v.g. de vidrio, aramida, poliéster) o cualquier otro material plástico apto para esta labor conocido por una persona versada en la materia.

Algunas de las ventajas de que el cuerpo monolítico sea de plástico o de polímeros reforzados con fibras, es que estos materiales son livianos, y permiten fabricar el cuerpo monolítico en

grandes cantidades en métodos como inyección y termoformado, en comparación con las cantidades que se podrían producir con métodos de función y maquinado en metalurgia.

Además, si desea tener alta resistencia y bajo peso, como es usual en materiales para prótesis,
5 el cuerpo monolítico puede ser de polímeros (resinas poliéster, viniléster, epóxicas, vinílicas) reforzados con fibras (v.g. vidrio, carbono, poliéster, aramida).

Por otra parte, si el cuerpo monolítico es metálico, pueden ser de un material seleccionado entre aluminio, cobre, latón, acero al carbono, acero inoxidable 301, acero inoxidable 302,
10 acero inoxidable 304, acero inoxidable 316, acero inoxidable 405, acero inoxidable 410, acero inoxidable 430, acero inoxidable 442, aceros al cromo-níquel-titanio, Titanio Comercialmente Puro (ASTM F67), Aleaciones de titanio ASTM B265 (especificación estándar de titanio y titanio en forma de banda, chapa y placa) o combinaciones de los anteriores.

15 Por su parte, los primeros extremos longitudinales de los cinturones (24, 27) se conectan a los lados de la ranura (4), en el cuerpo hueco (1), con medios de fijación (39) que se seleccionan del grupo que comprende pines, remaches, pernos, tornillos (v.g. autoperforantes, autorroscantes), soldadura (v.g. SMAW, GMAW, GTAW, FCAW, y demás
20 métodos aceptados por la American Welding Society), soldadura química (v.g. adhesivos epóxicos, metacrilatos, acrílicos, y combinaciones de los mismos), combinaciones de los anteriores, o cualquier otro medio de fijación apto para esta labor conocido por una persona versada en la materia.

25 Los cinturones (24, 27) tienen en su segundo extremo longitudinal una región dentada (28, 29). Aún más preferiblemente, los cinturones (24, 27) tienen en su segundo extremo una ranura oblonga que tiene dientes en al menos una de sus aristas planas.

Los cinturones (24, 27) pueden ser metálicos o plásticos. Por ejemplo, si son plásticos se
30 fabrican en un material seleccionado del grupo conformado por polímeros termoplásticos, polímeros termoestables, u otros polímeros similares o equivalentes conocidos por una persona versada en la materia. Entre los polímeros termoplásticos se encuentran materiales como: polietileno (PE, por sus siglas en inglés), polietileno de alta densidad (PEHD, por sus siglas en inglés), polietileno de ultra alta densidad (PEUHD, por sus siglas en inglés),
35 policloruro de vinilo (PVC, por sus siglas en inglés); de policloruro de vinilo clorado (CPVC, por sus siglas en inglés); polietileno teréftalato (PET, por sus siglas en inglés), poliamidas (PA) (v.g. PA12, PA6, PA66); policlorotrifluoroetileno (PCTFE, por sus siglas en inglés); polifluoruro de vinilideno (PVDF, por sus siglas en inglés); politetrafluoruro de etileno (PTFE, por sus siglas en inglés); etileno-clorotrifluoroetileno (ECTFE, por sus siglas en
40 inglés), otros polímeros termoplásticos conocidos por una persona versada en la materia, o combinaciones de los mismos. Por su parte, entre los polímeros termoestables se encuentran

polímeros (v.g. resinas poliéster, viniléster, epóxicas, vinílicas) reforzados con fibras (v.g. de vidrio, aramida, poliéster, carbono) otros polímeros termoestables y resinas conocidos por una persona versada en la materia, o combinaciones de los mismos.

- 5 Algunas de las ventajas de que los cinturones (24, 27) sean de plástico o de polímeros reforzados con fibras, es que estos materiales son livianos, y permiten fabricar los cinturones (24, 27) en grandes cantidades en métodos como inyección y termoformado, en comparación con las cantidades que se podrían producir con métodos de fundición y maquinado en metalurgia.

10

Además, si desea tener alta resistencia y bajo peso, como es usual en materiales para prótesis, los cinturones (24, 27) pueden ser de polímeros (resinas poliéster, viniléster, epóxicas, vinílicas) reforzados con fibras (v.g. vidrio, carbono, poliéster, aramida). Por ejemplo, los cinturones (24, 27) pueden ser de un material que se selecciona entre laminados de aramida y resina epóxica, laminados de fibra de carbono y resina epóxica, laminados de resina poliéster (v.g. ortoftálica, tereftálica, isoftálica) reforzados con fibras de poliéster, vidrio, o combinaciones de los mismos.

15

Por otra parte, si los cinturones (24, 27) son metálicos, pueden ser de un material seleccionado entre aluminio, cobre, latón, acero al carbono, acero inoxidable 301, acero inoxidable 302, acero inoxidable 304, acero inoxidable 316, acero inoxidable 405, acero inoxidable 410, acero inoxidable 430, acero inoxidable 442, aleaciones de magnesio, titanio y aleaciones del mismo o combinaciones de los anteriores.

20

Por su lado, el elemento de accionamiento (21) sirve para ajustar los cinturones (24, 27). Haciendo referencia a la FIG. 7, el elemento de accionamiento (21) tiene el segundo engranaje (23), el cual se acopla a las regiones dentadas (28, 29) con el fin de acercarlas o alejarlas entre sí, con el giro de dicho segundo engranaje (23). El segundo engranaje (23) tiene un diámetro menor que la perforación pasante (19), de esta manera, el segundo engranaje (23) puede atravesar el recinto (18) y llegar a las regiones dentadas (28, 29).

30

Además, el elemento de accionamiento (21) incluye un primer engranaje (22) que sirve para bloquear el giro del segundo engranaje (23) en conjunto con el anillo de uñetas (20). Dicho anillo de uñetas (20) tiene al menos una uñeta que permite el giro del primer engranaje (22) en una dirección, pero lo detiene en la dirección contraria. Preferiblemente, el anillo de uñetas (20) tiene una pluralidad de uñetas en su extremo radial.

35

Haciendo referencia a las FIG. 6 y FIG. 7, en una modalidad de la invención, la prótesis comprende un cuerpo hueco (1) que tiene un extremo distal (2), y un extremo proximal (3) localizado encima del extremo distal (2); una ranura (4) que se extiende entre el extremo distal (2) y el extremo proximal (3), donde la ranura (4) define un primer lado y un segundo

40

lado. Además, la prótesis tiene un mecanismo de fijación (5) ubicado en el extremo proximal (3) y conectado a los lados de la ranura (4); y un receptáculo (6) ubicado dentro del cuerpo hueco (1); donde el receptáculo (6) tiene una dureza entre 2 y 20 veces menor que el cuerpo hueco (1).

5

En esta modalidad de la invención, el mecanismo de fijación (5) se conforma de un primer soporte (16) conformado por una platina de anclaje (17) conectada al cuerpo hueco (1) en el primer lado de la ranura (4); y un recinto (18) conectado a la platina de anclaje (17). El recinto (18) incluye una perforación pasante (19) localizada en la región central del recinto (18); un anillo de uñetas (20) dispuesto concéntricamente con la perforación pasante (19); y un conducto (25) localizado entre el recinto (18) y la platina de anclaje (17).

Además, el mecanismo de fijación (5) incluye un elemento de accionamiento (21) conformado por un primer engranaje (22) conectado al anillo de uñetas (20); y un segundo engranaje (23) que sobresale el primer engranaje (22) y atraviesa la perforación pasante (19); un primer cinturón (24) con un primer extremo conectado al cuerpo hueco (1) en el primer lado de la ranura (4); un segundo extremo con una primera región dentada (28) que se inserta en el conducto (25), y se acopla al segundo engranaje (23); y un segundo cinturón (27) con un primer extremo conectado al cuerpo hueco (1) en el segundo lado de la ranura (4), y un segundo extremo con una segunda región dentada (29) que se inserta en el conducto (25), y se acopla al segundo engranaje (23).

Adicionalmente, en esta modalidad el primer engranaje (22) se conforma de al menos dos brazos flexibles (30) que se extienden radialmente desde su centroide, donde cada brazo flexible (30) tiene en su extremo radial un diente que se acopla con el anillo de uñetas (20).

Preferiblemente, el primer engranaje (22) se conforma de tres brazos flexibles (30) separados entre sí equiángulamente que se extienden radialmente desde el centroide del primer engranaje (22), donde cada brazo flexible (30) tiene en su extremo radial un diente que se acopla con el anillo de uñetas (20). Una ventaja de que el primer engranaje (22) tenga tres brazos flexibles (30), es que se aseguran tres puntos de contacto entre el primer engranaje (22) y el anillo de uñetas (20), con lo cual se tiene una unión entre estos elementos más firme y segura que cuando se tienen uno o dos brazos flexibles (30).

Cada brazo flexible (30) tiene una porción proximal (49) que se extiende radialmente desde el centroide del primer engranaje (22) sin tocar el anillo de uñetas (20). En el extremo radial de dicha porción proximal (49) se extiende tangencialmente una porción tangencial (44) que tiene un diente (50), el cual se acopla operacionalmente a las uñetas de anillo de uñetas (20). La sección transversal de la porción tangencial (44) aporta una rigidez suficiente para que se pueda mover el diente (50) en la dirección radial del primer engranaje (22) cuando se le aplica una fuerza a dicho primer engranaje (22).

Se entenderá en la presente invención que la sección transversal de la porción tangencial (44) dependerá del material del primer engranaje (22), pues entre mayor sea el módulo de young del material, menor deberá ser la sección transversal de la porción tangencial (44). También, se entenderá por rigidez suficiente, una rigidez de los brazos flexibles (30) del primer engranaje (22) que evite que dicho primer engranaje (22) gire con la fuerza que ejercen los músculos del muñón del usuario cuando usa la prótesis.

Por lo tanto, el brazo flexible (30) funciona como un resorte, el cual ejerce una fuerza elástica contra el anillo de uñetas (20) para trabar el giro del elemento de accionamiento (21) y bloquear el segundo engranaje (23), y por lo tanto, bloquear el mecanismo de fijación (5).

Por otro lado, para aflojar el mecanismo de fijación (5), por ejemplo, para cuando el usuario sienta que la prótesis lo presiona demasiado, o cuando quiera quitársela, el usuario gira el elemento de accionamiento (21) en la dirección que el diente (50) choca contra el anillo de uñetas (20). De esta manera, el usuario ejerce una fuerza superior a la fuerza elástica, deformando el brazo flexible (30) y girando el elemento de accionamiento (21), lo cual produce que el segundo engranaje (23) gire y desplace hacia afuera del recinto (21) los cinturones (24, 25), lo que a su vez afloja el mecanismo de fijación (5).

El elemento de accionamiento (21) incluye un puerto de conexión (45) que sobresale del primer engranaje (22) y se conecta a una perilla (26). El puerto de conexión (45) se selecciona del grupo que comprende vástagos de sección transversal circular, cuadrada, rectangular, triangular, hexagonal, poligonal, oblonga, elíptica, combinaciones de estas, u otras secciones transversales conocidas por una persona versada en la materia. También el puerto de conexión (45) puede seleccionarse del grupo que comprende perforaciones roscadas, bridas, perforaciones lisas, recintos de sección transversal cuadrada, rectangular, triangular, hexagonal, poligonal, oblonga, elíptica, combinaciones de estas, u otras secciones transversales conocidas por una persona versada en la materia.

Por otro lado, el puerto de conexión (45) y la perilla (26) pueden asegurarse entre sí con medios de fijación que se seleccionan del grupo que comprende chavetas, pines, remaches, pernos, tornillos (v.g. autoperforantes, autorroscantes), soldadura (v.g. SMAW, GMAW, GTAW, FCAW, y demás métodos aceptados por la American Welding Society), soldadura química (v.g. adhesivos epóxicos, metacrilatos, acrílicos, y combinaciones de los mismos), combinaciones de los anteriores, o cualquier otro medio de fijación apto para esta labor conocido por una persona versada en la materia.

Haciendo referencia a la FIG. 7, preferiblemente el puerto de conexión (45) es un vástago que se extiende hacia afuera del primer engranaje (22) en la dirección contraria a donde se

ubica el segundo engranaje (23). El vástago tiene una sección transversal circular y tiene una chaveta.

Por su parte, la perilla (26) tiene un recinto de acople (46) que incluye un chavetero en el cual se acople la chaveta del puerto de conexión (45). La perilla (26) puede ser circular, cuadrada, rectangular, poligonal, o tener una forma ergonómica que facilita el agarre del usuario. Por ejemplo, la perilla (26) puede tener extensiones radiales, como orejas o vástagos. También, la perilla (26) puede tener una superficie rugosa o con acabados en bajo relieve y/o alto relieve que faciliten el agarre del usuario.

Ejemplo 1: Prótesis transfemoral con mecanismo de fijación de correa dentada y hebilla

Se diseñó y construyó una prótesis para un miembro inferior amputado a 10 cm medidos desde la rodilla. El miembro amputado tiene 33cm de largo, 40cm de diámetro distal, 58cm de diámetro proximal y un diámetro de contorno de muslo de 63cm. El usuario tiene su miembro inferior derecho amputado, y tiene 1.72m de estatura, peso de 80k y 54 años de edad.

La prótesis tiene las siguientes características:

El cuerpo hueco (1) tiene las siguientes características:

- diámetro en el extremo distal (2): 308mm
- diámetro en el extremo proximal (3): 508mm
- diámetro en el anillo de mando (38): 508mm
- altura: 356 mm
- sección transversal: cuadrilateral
- tipo de prótesis: PTS
- material: polipropileno
- espesor de lámina: 5mm
- altura de ranura (4): 200mm
- ancho en la región distal de la ranura (4):20mm
- ancho en la región proximal de la ranura (4):40 mm
- altura de ubicación del mecanismo de fijación (5): 210 mm

Por su parte, el mecanismo de fijación (5) tiene las siguientes características:

- largo de la correa dentada (9): de 130 mm
- dientes por cm lineal de la correa dentada (9): 3
- material de la correa dentada (9): ABS
- material de la hebilla (8): acero
- ángulo entre la correa dentada (9) y la ranura (4): 90°

- capacidad de reducción de la ranura (4): ancho máximo de 40mm y mínimo de 8mm
- capacidad de reducción en el anillo de mando (38): ancho máximo de 500mm y mínimo de 470mm

- 5 El elemento de prótesis (15) tiene una rodilla (41) mecánica monocéntrica, la cual se conecta un pilar (43) de 30mm de diámetro y 50cm de largo con cuatro tornillos. A su vez, el pilar (43) se conecta en su extremo distal a un elemento de pie (42) mediante una articulación monoaxial.
- 10 El receptáculo (6) en la región donde se encuentra con la ranura del socket (1), lleva un corte longitudinal que sigue el eje de la ranura, dicho corte permite abrir y cerrar el material para hacer el ajuste de volumen.

Por su parte, el receptáculo (6) tiene las dimensiones siguientes dimensiones:

- 15
- diámetro en el extremo distal (2): 305mm
 - diámetro en el extremo proximal (3): 505mm
 - diámetro anillo de mando: 508mm
 - altura: 353mm
 - sección transversal: cuadrilateral
- 20
- espesor de lámina: entre 3 y 5mm
 - material: Espuma de etilenvinilacetato (EVA, por su siglas en inglés)
 - dureza: Shore A 30-45

25 *Ejemplo 2: Prótesis transfemoral con mecanismo de fijación de cinturones asegurados con engranaje*

Se diseñó y construyó una prótesis como la del ejemplo 1, pero se cambió de mecanismo de fijación (5) por uno de las siguientes características:

- 30 Tipo de mecanismo: cremallera-piñón
- largo de los cinturones (24, 27): 60mm
 - dientes por cm lineal de los cinturones (24, 27): 4
 - diámetro primitivo del segundo engranaje (23): 6 mm
 - módulo del segundo engranaje (23) : 2mm
- 35
- ancho de cara del segundo engranaje (23) : 4mm
 - diámetro de perilla (26): 30mm
 - tipo de primer engranaje (22): de tres brazos flexibles (30) ubicados equiangularmente:
 - diámetro de anillo de uñetas (20): 23.2mm
- 40
- número de dientes del anillo de uñetas (20): 12

Se debe entender que la presente invención no se halla limitada a las modalidades descritas e ilustradas, pues como será evidente para una persona versada en el arte, existen variaciones y modificaciones posibles que no se apartan del espíritu de la invención, el cual solo se encuentra definido por las siguientes reivindicaciones.