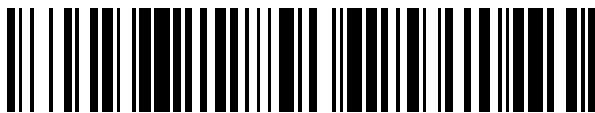




OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 782 724**

⑯ Número de solicitud: 201930231

⑮ Int. Cl.:

A63B 23/12 (2006.01)
A61B 5/103 (2006.01)
A61H 1/02 (2006.01)



PATENTE DE INVENCIÓN CON EXAMEN

B2

⑯ Fecha de presentación:

13.03.2019

⑯ Fecha de publicación de la solicitud:

15.09.2020

Fecha de concesión:

07.04.2021

⑯ Fecha de publicación de la concesión:

14.04.2021

⑯ Titular/es:

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ (100.0%)
Av. de la Universidad s/n
03202 Elche (Alicante) ES

⑯ Inventor/es:

GARCÍA ARACIL, Nicolás;
BLANCO IVORRA, Andrea;
LÓPEZ PÉREZ, David;
DÍEZ POMARES, Jorge Antonio;
CATALÁN ORTS, José María;
GARCÍA PÉREZ, José Vicente;
LLEDÓ PÉREZ, Luis Daniel;
BERTOMEU MOTOS, Arturo y
SABATER NAVARRO, José María

⑯ Título: **Sistema robotizado vestible para el control de los movimientos de la muñeca y antebrazo**

⑯ Resumen:

Sistema robotizado vestible para el control de los movimientos de la muñeca y del antebrazo. La presente invención consiste en un sistema robotizado vestible para la asistencia y rehabilitación de los movimientos de aducción-abducción y flexión-extensión de la muñeca y el movimiento de pronosupinación del antebrazo

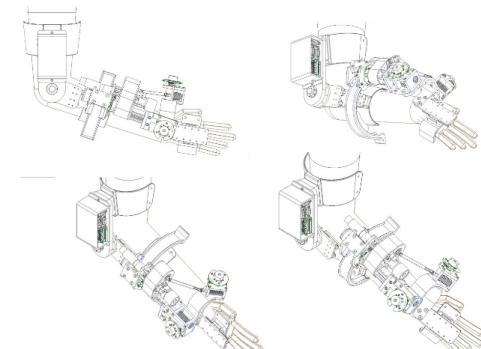


Figura 1

DESCRIPCIÓN

Sistema robotizado vestible para el control de los movimientos de la muñeca y del antebrazo

5 La presente invención consiste en un sistema robotizado vestible para la asistencia y
rehabilitación de los movimientos de aducción-abducción y flexión-extensión de la muñeca y el
movimiento de prono-supinación del antebrazo. El sistema utiliza un solo actuador y una caja
de engranajes con 1 entrada conectada al actuador (por ejemplo, un moto-reductor eléctrico) y
3 salidas para controlar los dos movimientos de la muñeca y el movimiento de
10 pronosupinación. La principal característica del sistema es el uso de un electroimán y un imán
de neodimio para controlar el movimiento longitudinal de un eje que desplaza solidariamente un
fiado de muelle bola que engrana la entrada conectada al actuador con la salida deseada.
Además, el sistema de control longitudinal de dicho eje dispone de sensores para indicar su
15 posición longitudinal. Así mismo, cabe destacar que el sistema robotizado dispone de un
codificador de posición absoluto para cada uno de los tres grados de libertad controlados y
además, incluye un freno que se activa cuando el movimiento de prono-supinación no es
controlado por el sistema.

20 Las ventajas fundamentales del sistema robotizado vestible objeto de la presente invención
frente a otros sistemas propuestos son la reducción de peso del sistema completo y el menor
consumo eléctrico del mismo y por tanto el aumento de su autonomía frente a otro tipo de
soluciones.

25 La invención tiene su campo de aplicación en la rehabilitación total o parcial de personas que
han perdido total o parcialmente el control de la función motora de la muñeca y el movimiento
de prono-supinación del antebrazo y/o la rehabilitación de dichos movimientos después de un
traumatismo.

30 Otro campo de aplicación de la presente invención es la asistencia a personas en la realización
de tareas cotidianas que requieran la función motora de la muñeca y el movimiento de prono-
supinación del antebrazo.

Sector técnico al que se refiere la invención

35 El presente invento se encuadra en el sector técnico de la robótica médica, más concretamente
en lo relativo a robótica de rehabilitación y robótica asistencial.

Antecedentes de la invención

40 La presente invención tiene como objetivo dotar a personas que han perdido total o
parcialmente la función motora de la muñeca y el movimiento de prono-supinación del
antebrazo que permita la rehabilitación total o parcial de la función perdida y/o que permita
asistir en la realización de tareas cotidianas que requieran la funcionalidad perdida.

45 En la actualidad existen diversos dispositivos de tipo exoesqueleto que permiten asistir la
función motora perdida o debilitada de la muñeca y el movimiento de prono-supinación del
antebrazo. Entre dichos dispositivos cabe destacar el descrito en la patente US2008009771A1.
Se trata de un sistema robotizado para la asistencia y rehabilitación de los movimientos de
aducción-abducción y flexión-extensión de la muñeca, y el movimiento de prono-supinación del
50 antebrazo, que comprende: 1) múltiples motores; 2) una reductora de poleas de dos etapas en
las articulaciones 1-4 y una reductora de poleas de una etapa con una reductora de engranajes
planetarios de una etapa para la muñeca; 3) un codificador óptico para cada grado de libertad;

4) un freno en cada actuador; y 5) un ordenador acoplado a una interfaz que proporciona un entorno de realidad virtual que puede estar controlado por un operador que implementa un régimen de terapia. Otro dispositivo que cabe destacar es el descrito en la patente US2701370A. Se trata de una prótesis monomotor, que permite controlar los movimientos de pronación-supinación de la muñeca, flexión-extensión de la muñeca y movimiento de los dedos por medio de los siguientes elementos: un motor con una reductora, una transmisión con un eje de entrada flexible procedente del conjunto motor-reductora y con tres ejes de salida para pronación y flexión de la muñeca y para los dedos.

5 En el campo de las prótesis robotizadas, cabe destacar la patente US2580987A que describe una prótesis monomotor, que permite controlar los movimientos de pronación-supinación de la muñeca, flexión-extensión de la muñeca, flexión-extensión del codo y movimiento de los dedos por medio de los siguientes elementos: un motor con una reductora, un conjunto de engranajes accionados por medio de un eje de entrada, conectado al conjunto motor-reductora y varios embragues (embrague para dedos, embrague para pronación de la muñeca, embrague para flexión de la mano, y embrague para flexión codo).

10 La patente US2008009771A1 se puede considerar la más cercana al objeto de la invención, contempla un sistema robótico para los movimientos propuestos en la presente invención pero 20 el sistema no es vestible sino que es fijo. Los movimientos a controlar objeto de la presente invención no los controla con un solo motor y por tanto, tampoco dispone un sistema de selección de movimiento a actuar basado en el uso de un electroimán y un imán de neodimio para controlar el movimiento longitudinal de eje que desplaza solidariamente un fiado de muelle bola que selecciona el movimiento a controlar.

25 En el sector de las prótesis, como se indica en la patente US2701370A, utilizan un único motor-reductor junto con una caja de engranajes para accionar independientemente movimientos como el de flexión-extensión de la muñeca. No obstante, el sistema de control del movimiento longitudinal del eje que desplaza solidariamente un fiado de muelle bola que engrana cada uno 30 de los movimientos de la muñeca y el movimiento de prono-supinación del antebrazo objeto de la presente invención no se encuentra descrito en la patente anteriormente citada. Tampoco es evidente para un experto en la materia llegar a dicha solución, combinando los documentos US2008009771A1 y US2701370A o con cualquier otra combinación.

35 **Descripción de la invención**

40 El sistema robotizado vestible para la asistencia y rehabilitación de los movimientos de aducción-abducción y flexión-extensión de la muñeca y el movimiento de prono-supinación del antebrazo, puede ser clasificado como un dispositivo de tipo exoesqueleto. La Figura 1, muestra varias imágenes de la sujeción del sistema de tipo exoesqueleto al brazo y mano del usuario. El sistema se ajusta mediante diversos sistemas mecánicos deslizables a diferentes tamaños de brazos y manos y se fija mediante cintas de sujeción al brazo y mano del usuario en tres puntos con las férulas (2, 3.16 y 4.4).

45 El sistema está compuesto por los siguientes elementos como se muestra en la Figura 2: sistema electrónico de control y potencia (1), sistema de fijación del sistema robotizado vestible al brazo (2), sistema de transmisión del movimiento de prono-supinación del antebrazo (3), sistema de transmisión del movimiento de flexión-extensión de la muñeca (4), sistema de transmisión del movimiento de aducción-abducción de la muñeca (5) y una caja de transmisión de 1 entrada y 3 salidas (6). El sistema dispone de un moto-reductor (3.6) que acciona cada uno de los movimientos de la muñeca y el movimiento de prono-supinación conectando el eje de salida del moto-reductor a la entrada de una caja de engranajes de 1 entrada y 3 salidas (6)

que acciona los movimientos de la muñeca y la pronosupinación del brazo. La conexión entre la entrada y la salida seleccionada se realiza mediante el control del movimiento longitudinal de un eje (6.3) que desplaza solidariamente un fiado de muelle bola (6.11) que engrana la entrada con la salida seleccionada. Para el control del movimiento del eje, se utiliza un electroimán (6.9) y un imán de neodimio (6.12) para desplazar el eje y un conjunto de sensores ópticos para monitorizar su posición (6.7).

En cada uno de los tres grados de libertad (correspondientes a los movimientos de aducción-abducción y flexión-extensión de la muñeca y el movimiento de prono-supinación del antebrazo) se dispone de un codificador de posición absoluto (3.11, 4.12, 5.2) y un freno en el eje del movimiento de prono-supinación que se activa cuando dicho movimiento no es controlado.

El sistema robotizado vestible dispone de un interface mediante el cual el usuario puede seleccionar el movimiento que desea controlar y la posición, velocidad y/o fuerza con la que quiere realizar un determinado movimiento.

Breve descripción de los dibujos

Figura 1 Vistas del sistema completo fijado al brazo de un usuario

Figura 2 Componentes del sistema completo

Figura 3 Componentes del sistema electrónico de control y potencia

Figura 4 Componentes del sistema de transmisión del movimiento de prono-supinación del antebrazo (I).

Figura 5 Componentes del sistema de transmisión del movimiento de prono-supinación del antebrazo (II).

Figura 6 Componentes del sistema de transmisión del movimiento de flexión-extensión de la muñeca.

Figura 7 Componentes del sistema de transmisión del movimiento de aducción-abducción de la muñeca.

Figura 8 Componentes de la caja de transmisión de 1 entrada y 3 salidas.

Figura 9 Detalle de los componentes de la caja de transmisión de 1 entrada y 3 salidas.

Leyenda de las figuras:

(1) Sistema: sistema electrónico de control y potencia

(1.1) Batería

(1.2) Sistema de interface para encoder absoluto

(1.3) Carcasa para protección de la electrónica

(1.4) Sistema electrónico de control

(1.5) Soporte para la fijación de electrónica al sistema de fijación al brazo (2)

(2) Sistema de fijación del sistema robotizado vestible al brazo

(3) Sistema de transmisión del movimiento de prono-supinación del antebrazo
(3.1) Carro polea I
(3.2) Mordazas exteriores
(3.3) Prismas cuadrangulares roscados
5 (3.4) Placa exterior
(3.5) Carro polea II
(3.6) Conjunto motor-reductor
(3.7) Freno
(3.8) Polea
10 (3.9) Eje de la polea
(3.10) Mordazas interiores
(3.11) Encoder absoluto
(3.12) Actuador magnético para el encoder absoluto
(3.13) Polea de salida
15 (3.14) Guía lineal
(3.15) Anclaje inferior para la polea
(3.16) Férula
(3.17) Acople férula
(3.18) Anclaje superior para la polea
20 (4) Sistema de transmisión del movimiento de flexión-extensión de la muñeca
(4.1) Actuador magnético para el encoder absoluto
(4.2) Piñón
(4.3) Placa lateral I
(4.4) Soporte para la mano
25 (4.5) Placa de sujeción
(4.6) Eje
(4.7) Placa lateral II
(4.8) Junta cardan telescópica
(4.9) Eje para el tornillo sin fin
30 (4.10) Tornillo sin fin
(4.11) Soporte eje
(4.12) Encoder absoluto
(5) Sistema de transmisión del movimiento de aducción-abducción de la muñeca
(5.1) Actuador magnético para el encoder absoluto
35 (5.2) Encoder absoluto
(5.3) Soporte para caja I
(5.4) Tornillo sin fin
(5.5) Soporte para rodamiento
(5.6) Eje para el tornillo sin fin
40 (5.7) Placa lateral I
(5.8) Soporte de eje I
(5.9) Soporte para caja II
(5.10) Eje
(5.11) Piñón
45 (5.12) Placa lateral II
(5.13) Soporte de eje II
(5.14) Tuerca estriada de precisión
(6) Caja de transmisión de 1 entrada y 3 salidas
(6.1) Carcasa soporte rodamientos I

- (6.2) Carcasa exterior
- (6.3) Árbol motriz
- (6.4) Engranaje de salida 2
- (6.5) Árbol de salida 2
- 5 (6.6) Engranaje loco motriz con leva interior
- (6.7) Sensor de posición óptico
- (6.8) Peine para detección de posición
- (6.9) Electroimán
- 10 (6.10) Soporte guía selector
- (6.11) Bolas de bloqueo
- (6.12) Imán
- (6.13) Soporte para imán
- (6.14) Rodamiento de bolas
- (6.15) Cierre para el soporte del imán
- 15 (6.16) Carcasa soporte rodamientos II
- (6.17) Engranaje de salida 3
- (6.18) Árbol de la salida 3
- (6.19) Árbol de la salida 1
- (6.20) Engranaje de salida 1
- 20 (6.21) Muelle de bloqueo

Exposición detallada de un modo de realización de la invención

La presente invención se ilustra adicionalmente mediante los siguientes ejemplos, los cuales no pretenden ser limitativos de su alcance. La Figura 1 muestra una vista en perspectiva de una realización preferida del sistema robotizado vestible para la asistencia y rehabilitación de los movimientos de aducción-abducción y flexión-extensión de la muñeca y el movimiento de prono-supinación del antebrazo. En las distintas vistas de la Figura 1, se muestra el sistema completo fijado en 3 puntos al usuario mediante férulas y cintas: i) en el brazo justo por encima del codo, ii) en el antebrazo y iii) en la mano en la zona dorsal-palmar. En la Figura 2, se muestran las partes que componen la presente invención: el sistema electrónico de control y potencia (1), sistema de fijación del sistema robotizado vestible al brazo (2), sistema de transmisión del movimiento de prono-supinación del antebrazo (3), sistema de transmisión del movimiento de flexión-extensión de la muñeca (4), sistema de transmisión del movimiento de aducción-abducción de la muñeca (5) y una caja de transmisión de 1 entrada y 3 salidas (6). En esta realización, el sistema electrónico de control y potencia está formado por una batería (1.1) que proporciona la potencia necesaria para el sistema electrónico de control y la electrónica de potencia (1.4) y para los 3 sistemas de interface (1.2) que se conectan a los tres encoder absolutos. Además, el sistema electrónico de control y potencia dispone de un soporte (1.5) para la fijación de la electrónica al sistema de fijación al brazo (2) y una carcasa para la protección de la electrónica (1.3) como se muestra en la Figura 3. El sistema de fijación del brazo (2) dispone de una articulación pasiva a la altura del codo, una férula para fijar el sistema al brazo y un sistema de acople y ajuste al resto del sistema robotizado vestible. En este ejemplo ilustrativo, el conjunto motor-reductor (3.6) acciona cada uno de los grados de libertad mediante una caja de transmisión de 1 entrada y 3 salidas (una salida por cada uno de los grados de libertad accionados. En el caso del movimiento de prono-supinación, se utiliza una polea de entrada (3.8) conectada a la salida del moto-reductor que permite desplazar el conjunto guiado por los carros (3.1, 3.5) alrededor de la polea de salida (3.13) controlando dicho movimiento como se muestra en la Figura 4. La salida del moto-reductor dispone de un freno (3.7) que se activa cuando el movimiento de prono-supinación no esté controlado. Además, en el eje de la polea de entrada (3.9) se fija un encoder absoluto (3.11, 3.12) para

proporcionar información de la posición absoluta del eje al sistema de control. En la Figura 5, se muestra el detalle de la sujeción del sistema de transmisión del movimiento de pronosupinación al antebrazo del usuario a través de las cintas de sujeción y la férula (3.16) y las guías (3.14) para ajustar el sistema a la longitud del antebrazo de cada usuario.

5 En esta realización, el sistema de transmisión del movimiento de flexión-extensión de la muñeca, se acciona mediante una de las salidas de la caja de transmisión que engrana el conjunto moto-reductor (3.6) con el eje de un tornillo sin fin (4.9, 4.10) a través de una junta cardán telescopica (4.8). El tornillo sin fin transmite el movimiento a la articulación de flexión-extensión de la muñeca a través de un piñón (4.2) y dicha articulación está monitorizada mediante su correspondiente encoder absoluto (4.12, 4.1) (ver Figura 6). En el caso del movimiento de aducción-abducción de la muñeca, una de las salidas de la caja de transmisión engrana el conjunto moto-reductor (3.6) con el eje de un tornillo sin fin (5.4, 5.6) que transmite dicho movimiento a través de un piñón (5.11). Esta articulación de la muñeca está también monitorizada mediante su correspondiente encoder absoluto (5.1, 5.2) (ver Figura 7).

10 15 En esta realización, la caja de transmisión de 1 entrada y 3 salidas (6) dispone de una carcasa de protección y soporte para los rodamientos de cada uno de los ejes (6.1, 6.2, 6.16). Internamente la caja de transmisión tiene un árbol motriz (6.3) que transmite el movimiento a cada una de las tres salidas mediante tres engranajes (6.4, 6.17, 6.20) y sus correspondientes tres árboles de salida (6.5, 6.18, 6.19). El árbol motriz se desplaza longitudinalmente mediante el control de la fuerza de atracción y repulsión entre un electroimán fijo (6.9) y un imán de neodimio (o similar) (6.12) fijado al árbol motriz motriz. Al desplazarse el eje selector interior al árbol se engrana a cada una de las salidas por un fiado de muelle bola (6.11) y su posición se monitoriza mediante un sensor óptico y un peine (6.7, 6.8) (ver Figura 8 y 9).

20 25 Además, el usuario puede seleccionar el movimiento que desea controlar y la posición, velocidad y/o fuerza con la que quiere realizar un determinado movimiento mediante una interface que proporciona comandos de control al sistema electrónico de control del dispositivo (1).

30

REIVINDICACIONES

1. Sistema robotizado vestible para la asistencia y rehabilitación de los movimientos de aducción-abducción y flexión-extensión de la muñeca y el movimiento de prono-supinación del antebrazo, que utiliza un electroimán y un imán u otro electroimán para controlar el movimiento longitudinal de un eje que desplaza solidariamente un fiado de muelle bola que engrana la entrada conectada a un actuador con la salida deseada para controlar cada uno de los movimientos de la muñeca y el movimiento de prono-supinación del antebrazo. Además, el sistema de control del movimiento longitudinal del eje dispone de sensores de tipo óptico o de cualquier otro tipo que permiten monitorizar su posición.
5
2. Sistema robotizado vestible de acuerdo a la reivindicación 1, que dispone de un codificador de posición absoluto para cada uno de los tres grados de libertad controlados y además, incluye un freno que se activa cuando el movimiento de prono-supinación no es controlado por el sistema.
15
3. Sistema robotizado vestible de acuerdo a la reivindicación 1 y 2, caracterizado por disponer de un interface que mediante el cual el usuario puede indicar al dispositivo el movimiento que desea controlar. Una vez seleccionado el movimiento, el usuario mediante el interface puede controlar la posición, velocidad y/o fuerza con la que llevar a cabo el movimiento deseado.
20

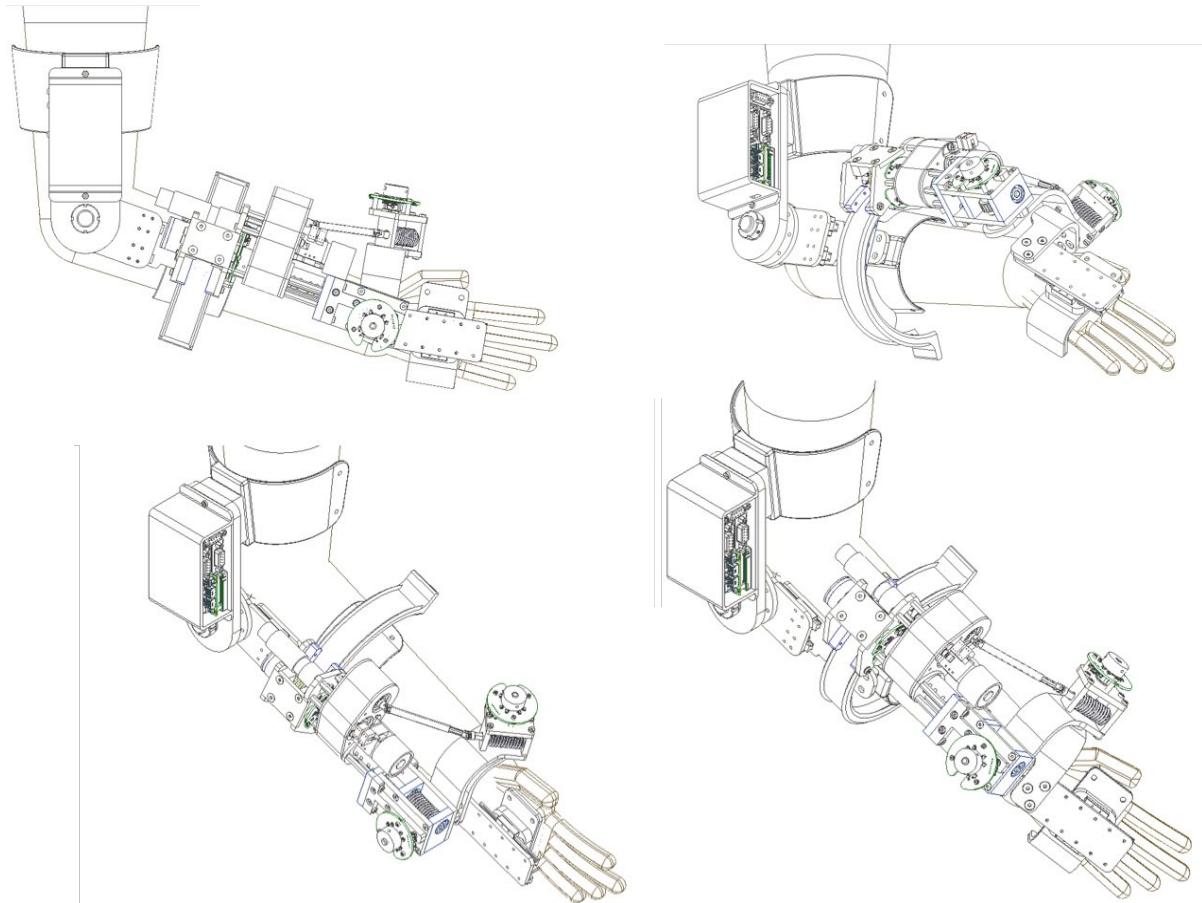


Figura 1

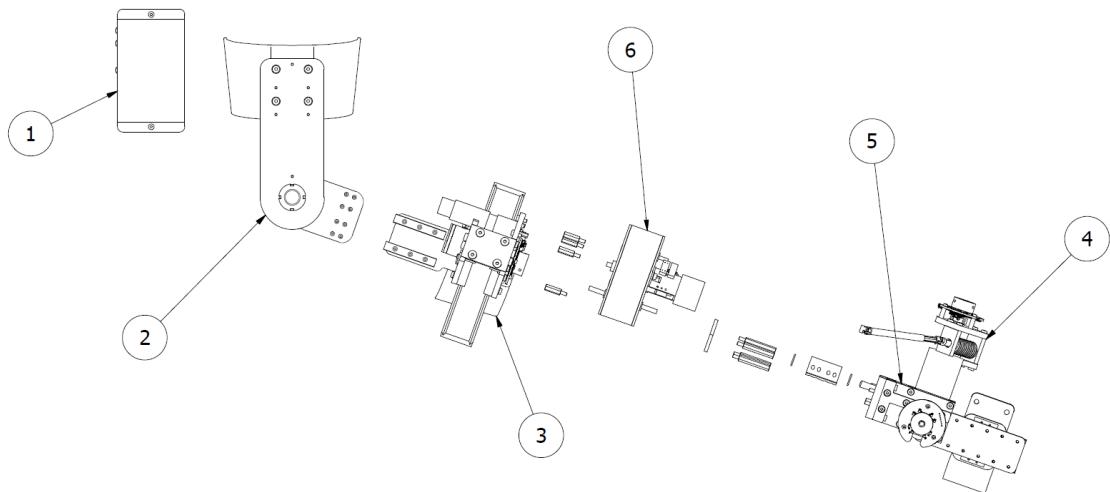


Figura 2.

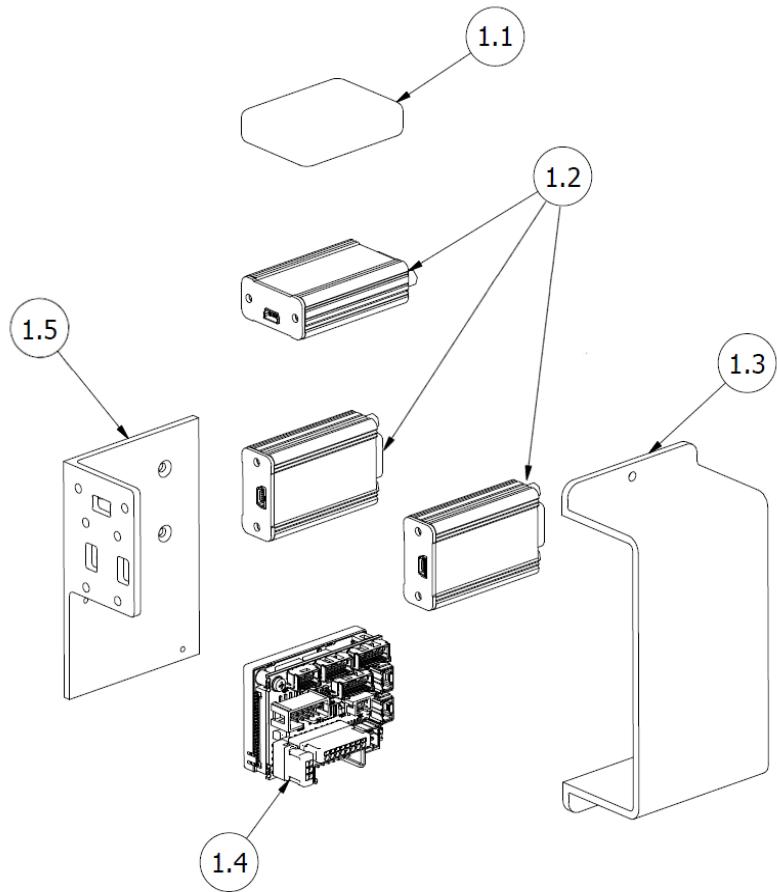


Figura 3.

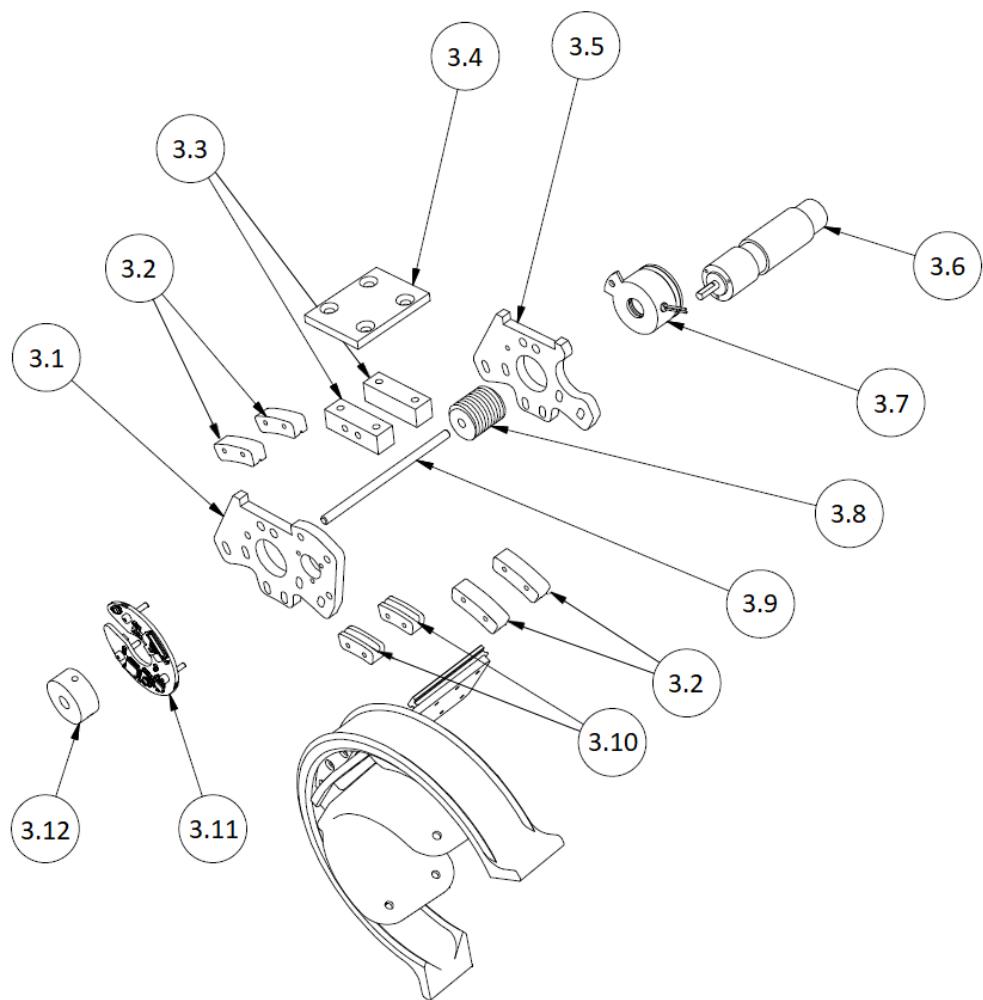


Figura 4.

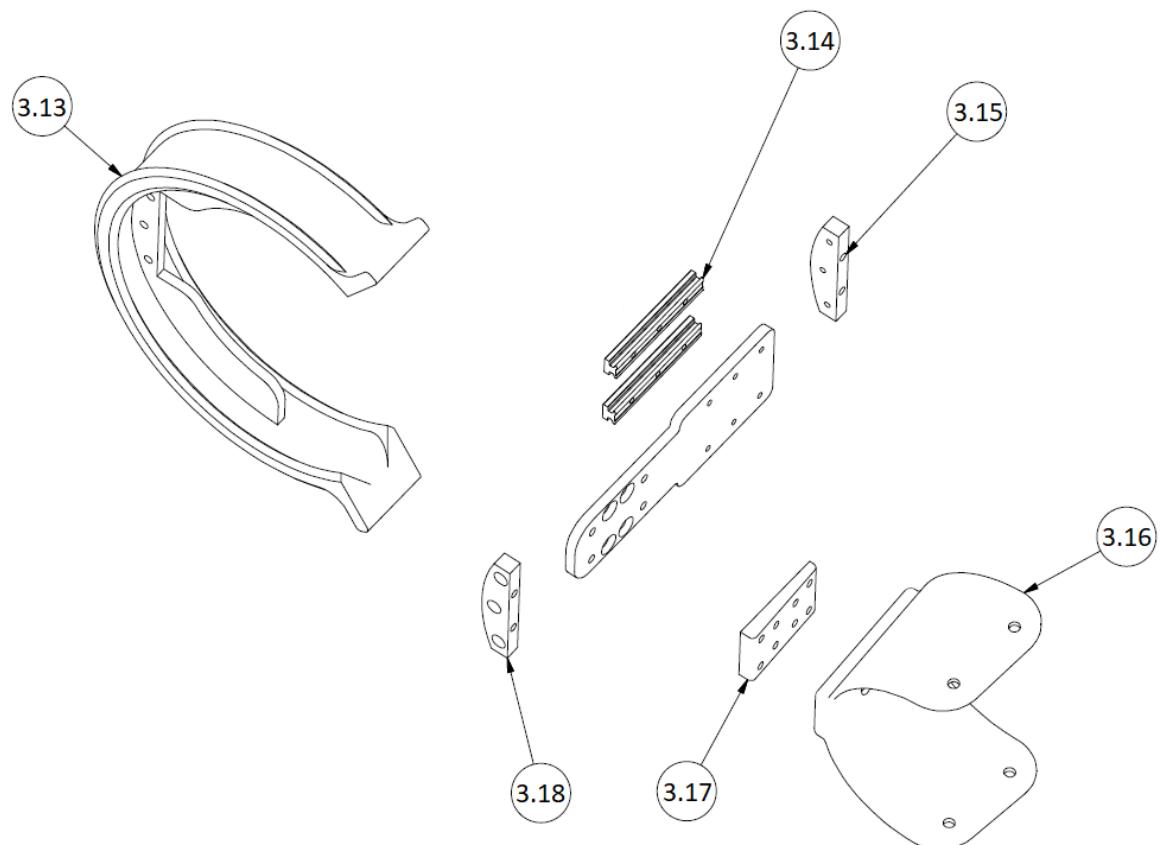


Figura 5

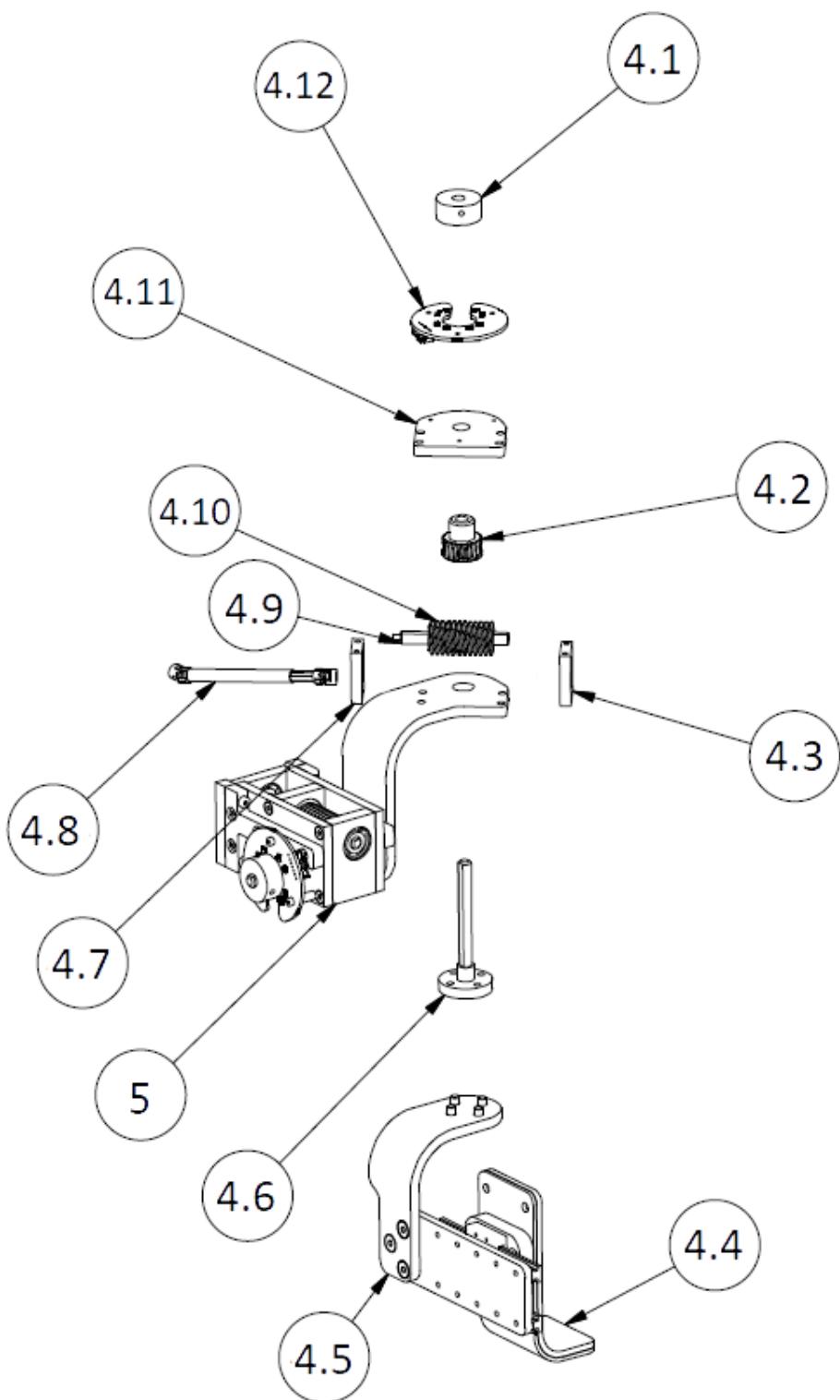


Figura 6

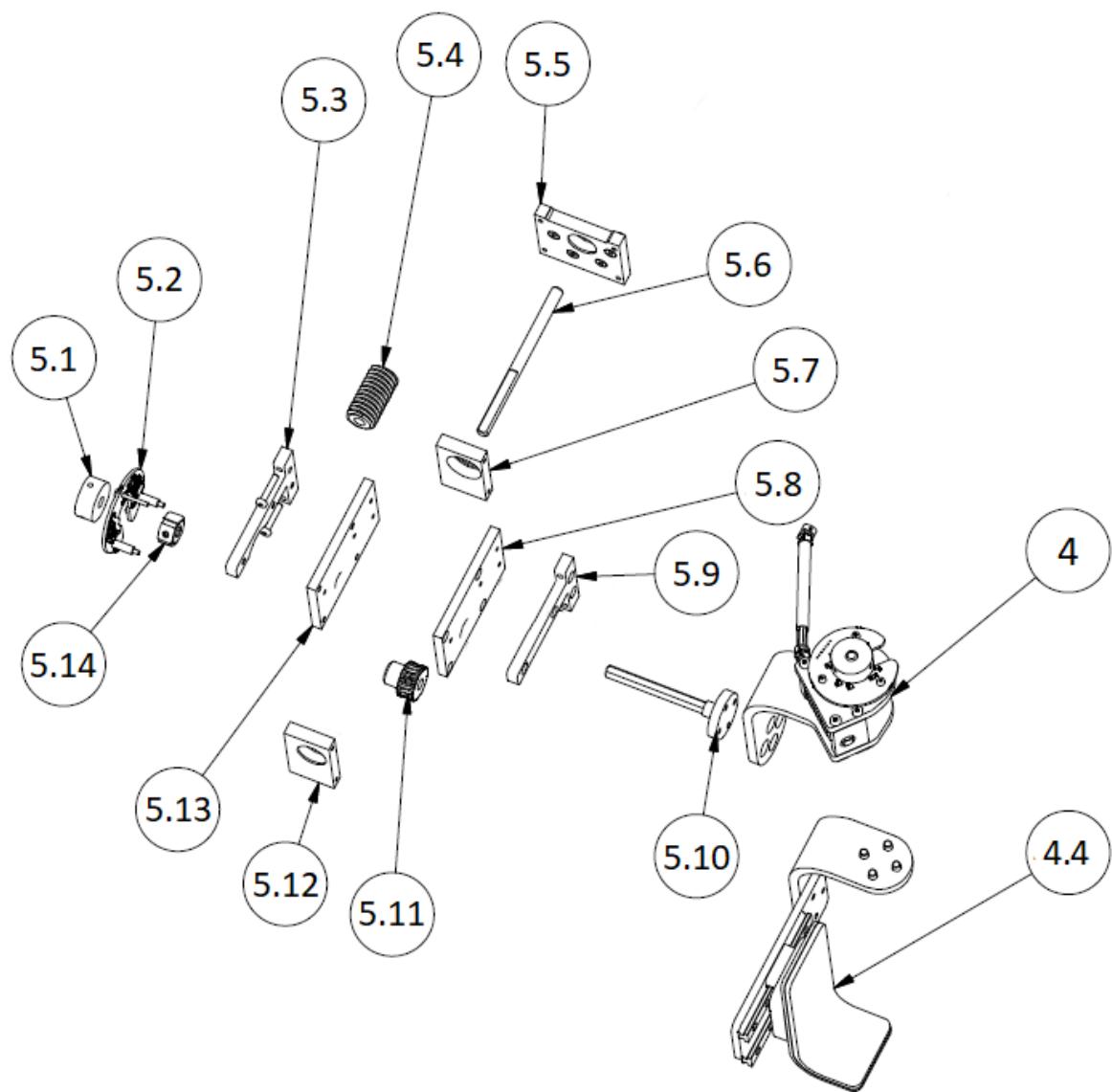


Figura 7

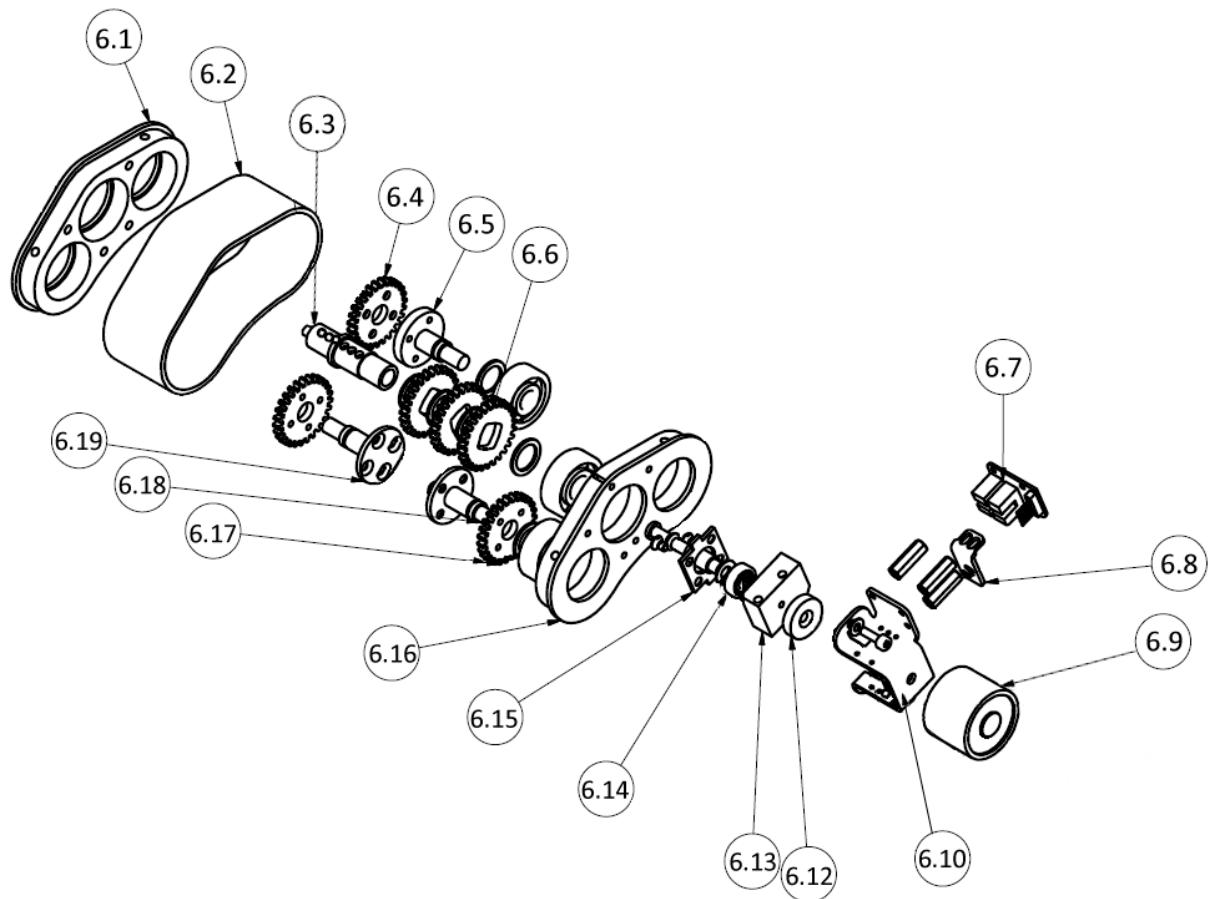


Figura 8

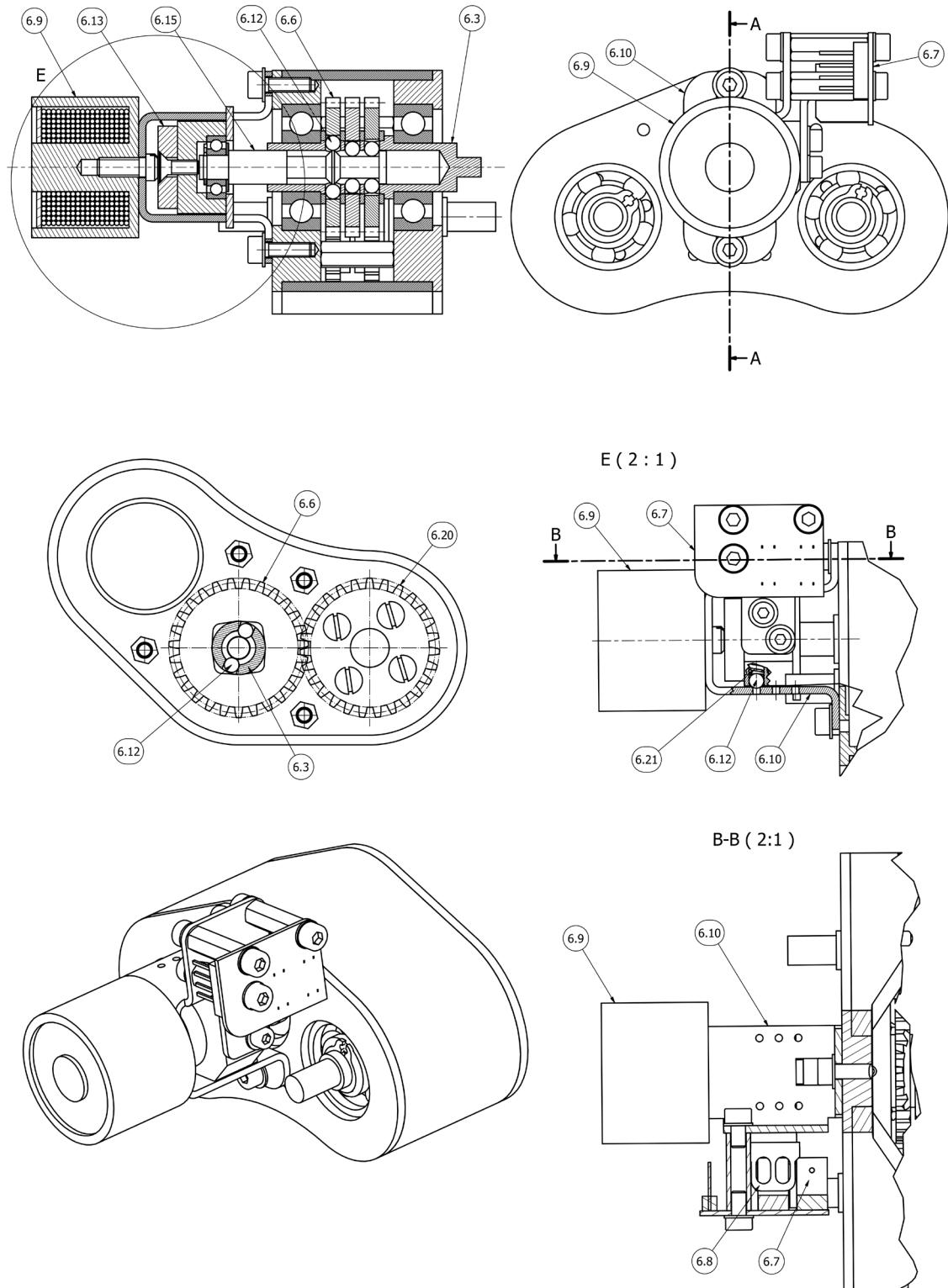


Figura 9