TÍTULO DE MODELO DE UTILIDAD No. 5145

Titular(es): UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

Domicilio: Km. 2.5 Carr. Acatlima S/N, Col. Acatlima, 69000, Huajuapan de León, Acatlima, Oaxaca, MÉXICO

Denominación: ROBOT PARALELO RECONFIGURABLE PARA REHABILITACIÓN (TERAPIA FÍSICA PASIVA) DE LESIONES DE TOBILLO.

Clasificación: **CIP:** A63B23/08
CPC: A63B23/08

Inventor(es): MANUEL ARIAS MONTIEL; ESTHER LUGO GONZÁLEZ; RICARDO TAPIA HERRERA; ERICK DANIEL FLORES SALAZAR

SOLICITUD

Número:	Fecha de Presentación:	Hora:
MX/u/2020/000547	12 de Noviembre de 2020	13:47

Vigencia: Quince años

Fecha de Vencimiento: 12 de noviembre de 2035

Fecha de Expedición: 9 de diciembre de 2022

El registro de referencia se otorga con fundamento en los artículos 1º, 2º fracción I, 5º fracción I, 60 y 119 de la Ley Federal de Protección a la Propiedad Industrial.

De conformidad con el artículo 62 de la Ley Federal de Protección a la Propiedad Industrial, el presente registro tiene una vigencia de quince años improrrogables, contada a partir de la fecha de presentación de la solicitud y estará sujeto al pago de las tarifas para mantener vigentes los derechos.

Quien suscribe el presente título lo hace con fundamento en lo dispuesto por los artículos 5º fracción I, 9, 10 y 119 de la Ley Federal de Protección a la Propiedad Industrial; artículos 1º, 3º fracción V inciso a), sub inciso iii), 4º y 12º fracciones I y III del Reglamento del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial; artículos 1º, 3º, 4º, 5º fracción V inciso a), sub inciso iii), 16 fracciones I y III y 30 del Estatuto Orgánico del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial; 1º, 3º y 5º fracción I y antepenúltimo párrafo del Acuerdo Delegatorio de Facultades del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

El presente documento electrónico ha sido firmado mediante el uso de la firma electrónica avanzada por el servidor público competente, amparada por un certificado digital vigente a la fecha de su elaboración, y es válido de conformidad con lo dispuesto en los artículos 7 y 9 fracción I de la Ley de Firma Electrónica Avanzada y artículo 12 de su Reglamento. Su integridad y autoría, se podrá comprobar en www.gob.mx/impi.

Asimismo, se emitió conforme lo previsto por los artículos 1° fracción III; 2° fracción VI; 37, 38 y 39 del Acuerdo por el que se establecen lineamientos en materia de Servicios Electrónicos del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

SUBDIRECTORA DIVISIONAL DE EXAMEN DE FONDO DE PATENTES ÁREAS MECÁNICA, ELÉCTRICA Y DE DISEÑOS INDUSTRIALES Y MODELOS DE UTILIDAD

MARINA OLIMPIA CASTRO ALVEAR

Cadena Original:
MARINA OLIMPIA CASTRO ALVEAR|00001000000510738631|SERVICIO DE ADMINISTRACION TRIBUTARIA|1987||MX/2023/285|MX/u/2020/000547|Título de modelos de utilidad|1220|RRGO|Pág(s) 1|xo+zAXUzg9ci4D4ud3dq53Lr2fk=

Sello Digital:
VWMgncrOH6u69zZOUloIMtxMKAvexi406E9YmjUxOHFvmQgJ/Dqp7A9uA7r3zhh0vF4v6r+XQF2ccvqfPqYAkpV0lB
8z6K+6D3hAvlt1dDPFbEBNUbYLhJhFRy1yKp+gOiPGE8Yx5eUp8XVx4gMDJbXpBafPs0m8arb0ySLoFPNQ00JscASr
x8Ln4Oaqz2aVD3/0DL8zoYhu73wQlLeFs/CXv3xOELPZc2fsyEzY9BkHJuNBKJr+l0L0A8G6y3R4BeEPWkc4cNMPzo
oR78sZw30gK7OKRpDIwk9h7rIrgjajqMVUiWj/ovHz9EfJu8ammfHOIcBjhoAJMmVh6dLzFw==

MX/2023/285

IMPI 5145
INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

Robot paralelo reconfigurable para rehabilitación (terapia física pasiva) de lesiones de tobillo

Campo técnico de la invención

El presente Modelo de Utilidad pertenece a los campos técnicos de la mecánica y la eléctrica, particularmente al campo técnico de la ingeniería de rehabilitación, y aún más específicamente a los aparatos para rehabilitación en terapia física; se refiere a un robot paralelo reconfigurable para realizar terapia física pasiva en tobillos lesionados; este robot se caracteriza por emplear sólo dos actuadores que en conjunto con su capacidad de reconfiguración puede alternar entre dos modos de operación para realizar los principales movimientos del tobillo: Flexión/Extensión, Abducción/Aducción y Eversión/Inversión

Antecedentes

Un robot es una máquina reprogramable capaz de realizar determinadas operaciones de manera automática, pudiendo asistir e incluso sustituir al ser humano en trabajos pesados, repetitivos o peligrosos; los robots se caracterizan por integrar una estructura mecánica, actuadores (motores, cilindros neumáticos o hidráulicos), sensores y sistemas de control, que le permiten desarrollar la tarea para la que fueron programados con precisión y exactitud. De acuerdo con su estructura, se clasifican en robots: serie y paralelos. En los robots tipo serie, sus eslabones o elementos están conectados de forma adyacente uno con respecto al otro y el efector final o herramienta se encontrará en el extremo, asemejándose al brazo humano. En cambio, los robots paralelos están formados por dos bases paralelas, una fija y otra móvil, ambas unidas entré sí por un conjunto de elementos, formando lo que se

denominan cadenas cinemáticas cerradas, en las cuales se reparte el peso, en consecuencia, con respecto a los robots seriales, el robot paralelo soporta mayores: cargas, velocidades, aceleraciones e inercias.

La importancia del tobillo radica en su capacidad de movimiento para que el pie se adapte a las diferentes superficies al momento de pisar, garantizando la estabilidad corporal, cabe destacar que el tobillo es la unión entre la pierna y el pie, por lo tanto, existe una alta transmisión de fuerzas, haciendo al tobillo vulnerable a lesiones o fracturas. La rehabilitación de tobillo es el proceso a través del cual se recuperan la funcionalidad y habilidades físicas, después de un accidente o una enfermedad neuromuscular como la miopatía de Bethlem. La terapia física como parte del proceso de rehabilitación del tobillo, consiste en realizar movimientos de: flexión dorsal, flexión plantar, rotación medial, rotación lateral, inversión y eversión o algunas combinaciones entre estos, con el objetivo de fortalecer la musculatura del tobillo para recuperar por completo la movilidad y las habilidades físicas perdidas.

La terapia física en función del grado de la lesión o de la etapa de recuperación es principalmente pasiva y activa; de manera pasiva el paciente no realiza esfuerzo, y de manera activa el paciente genera las contracciones musculares para mover en este caso el pie. Se ha encontrado en la revisión del estado de la técnica que existen diferentes equipos y dispositivos, que proporcionan asistencia en la rehabilitación del tobillo, los cuales se describen a continuación.

El documento CN104887452A presenta un robot paralelo para la rehabilitación de tobillo el cual tiene una estructura fija (1) que por medio de los eslabones (2) y (3) se une a la plataforma móvil (9) sobre la que se monta una base ajustable (4), los motores (6) son los encargados de mover los elementos (2) y (3) para que la plataforma (9) realice movimientos

IMPI 5145
INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

de gran rango, el robot es fácil de transportar. Sus componentes son intercambiables y se reemplazan con facilidad, los usuarios lo pueden utilizar en diferentes posturas, la posición correcta es cuando el centro de movimiento coincide con la articulación del tobillo. No obstante, para que funcione adecuadamente y realice los movimientos de tobillo se emplean 3 motores, aumentando el consumo de energía.

En el documento CN105105970 se describe un robot paralelo y su método de control para la rehabilitación de tobillo, comprende principalmente una base (2) que empleando un sistema telescópico soporta un marco (7), el marco (7) cuenta con un mecanismo de ajuste formado por la barra (9) y el brazo (10), a los extremos del brazo (10) se conectan los actuadores de tipo músculo neumático (15), en la parte inferior se conecta la base (17) que soporta al pie. El robot puede ajustar el rango de movimiento para adaptarse a diferentes pacientes y cubre los tres grados de libertad para el ejercicio de entrenamiento del tobillo. El mayor inconveniente con este robot es que emplea 4 actuadores, para generar los 3 movimientos del tobillo.

El documento MXE2014017849 presenta un dispositivo rehabilitador de tobillos lesionados para generar movimientos de dorsi/plantar flexión, abducción/aducción y sus combinaciones, este dispositivo se compone principalmente de una base móvil (13), una estructura de soporte (1) integrada por un conjunto de soportes verticales (2) y horizontales (3), dos correderas (6) y (7) con desplazamiento horizontal (6), una corredera vertical (9). La base móvil (13) está conectada a la corredera vertical (9) y debido a la conexión con las correderas (6) y (7) la corredera vertical (9) se desplaza horizontal y verticalmente junto con la base móvil, que en conjunto con la articulación esférica (15), tiene una rotación horizontal y una rotación vertical. Este dispositivo tiene el inconveniente de que no puede realizar los movimientos de inversión y de eversión

IMPI 5145
INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

Del estado de la técnica previo se observa que existen robots paralelos y dispositivos para la rehabilitación de tobillos, pero estos no son reconfigurables, por lo tanto, o no pueden realizar por completo los seis movimientos del talón, o emplean más motores y en consecuencia consumen más energía para realizar por completo el movimiento del talón.

IMPI 5145
INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

Breve descripción de la invención

El objetivo del presente modelo de utilidad es el de proporcionar un robot paralelo reconfigurable para rehabilitación pasiva de tobillos lesionados. El robot paralelo reconfigurable para rehabilitación de tobillo consta de una plataforma móvil, unida en la parte posterior a un poste central fijo, también dicha plataforma móvil en su parte frontal está unida a un par de articulaciones esféricas, mismas que se unen por medio de dos barras a un par de correderas lineales, cada una de las correderas se desplazan por medio de una transmisión por tornillo sin fin, a su vez cada tornillo sin fin se mueve por un motor de corriente directa.

Este robot utiliza sólo 2 motores para generar los movimientos de extensión/flexión, abducción/aducción y eversión/inversión. Tiene 2 configuraciones de funcionamiento, para alternar entre dichas configuraciones es necesario rotar la articulación que une la plataforma móvil con el poste central de forma manual, este cambio es el que dota al robot de la capacidad de reconfiguración. En la primera configuración o Modo 1 se pueden realizar los movimientos de flexión dorsal, flexión plantar, rotación medial y rotación lateral, para el modo de operación 2 es posible realizar inversión, eversión, abducción y aducción, de manera independiente o combinada.

El robot cuenta con un sistema de control, el cual comprende una computadora, una tarjeta electrónica, un sistema electrónico de potencia y una fuente de alimentación. A través una computadora en una interfaz gráfica, el usuario introduce los parámetros requeridos de la terapia, de conformidad con el valor de dichos parámetros la tarjeta electrónica contiene un programa para controlar los movimientos de los actuadores que mueven a la plataforma móvil, el programa de control compara constantemente el valor de los parámetros de la

IMPI 5145
INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

interfaz gráfica, con el valor de los datos de la unidad de medición inercial fija en la plataforma móvil, asegurando que la terapia esté correctamente aplicada.

Breve descripción de las figuras

Figura 1. Estructura general de conformidad con el robot paralelo reconfigurable para rehabilitación de tobillo, conformada por la estructura mecánica (A), sistema de control (B) que a su vez integra una tarjeta electrónica (C), una computadora (D), un sistema elctrónico de potencia (E), y una fuente de alimentación (F).

Figura 2. Vista en perspectiva de la estructura mecánica (A) del robot paralelo reconfigurable para rehabilitación de tobillo, dicha estructura mecánica (A) está conformada por la plataforma móvil (1), junta universal (2), poste central de apoyo (3), dos varillas de transmisión (4), dos articulaciones universales (5), dos bases (6), dos motorreductores (7), dos encoders (8), tres perfiles de aluminio (9), cuatro rodamientos de desplazamiento lineal (10), cuatro guías lineales (11), dos tornillos sin fin (12), cuatro soportes para guía lineal (13), cuatro soporte de rodamientos del tornillo sin fin (14), cuatro rodamientos (15), dos articulaciones de rótula (16).

Figura 3. Vista en perspectiva del robot paralelo reconfigurable para rehabilitación de tobillo donde se muestra a detalle la unión entre el poste central de apoyo (3) con la plataforma móvil (1) por medio del conector (17), que a su vez se unen por el perno (18), la configuración mostrada es el modo 1.

Figura 4. Vista en perspectiva del robot paralelo reconfigurable para rehabilitación de tobillo donde se muestra a detalle la unión entre el poste central de apoyo (3) con la

IMPI 5145
INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

plataforma móvil (1) por medio del conector (17), que está girado 90° para configurar el robot en el modo 2.

Figura 5. Vista lateral del robot paralelo reconfigurable para rehabilitación de tobillo en modo 1, la plataforma móvil (1) está dispuesta en la posición de flexión.

Figura 6. Vista lateral del robot paralelo reconfigurable para rehabilitación de tobillo en donde la plataforma móvil (1) está dispuesta en la posición de extensión.

Figura 7. Vista superior del robot paralelo reconfigurable para rehabilitación de tobillo en donde la plataforma móvil (1) está dispuesta en la posición de abducción.

Figura 8. Vista superior del robot paralelo reconfigurable para rehabilitación de tobillo en donde la plataforma móvil (1) está dispuesta en la posición de aducción.

Figura 9. Vista frontal del robot paralelo reconfigurable para rehabilitación de tobillo en la donde la plataforma móvil (1) está dispuesta en la posición de inversión.

Figura 10. Vista frontal del robot paralelo reconfigurable para rehabilitación de tobillo en donde la plataforma móvil (1) está dispuesta en la posición de eversión.

Figura 11. Vista lateral donde se visualiza el Modo 1 de operación del robot, así como el movimiento de flexión, se observa que las bases (6) y los rodamientos de desplazamiento lineal (10) se mueven hacia la parte posterior del robot.

Figura 12. Vista lateral donde se visualiza el Modo 1 de operación del robot, así como el movimiento de extensión, se observa que las bases (6) y los rodamientos de desplazamiento lineal (10) se mueven hacia la parte frontal del robot.

IMPI 5145
INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

Figura 13. Vista superior donde se observa el Modo 1 de operación del robot y se muestran los movimientos de abducción y aducción, nótese que para hacer girar la plataforma móvil (1) los rodamientos de desplazamiento lineal (10) se moverán en sentido contrario a la misma velocidad.

Figura 14. Vista isométrica donde se observa el Modo 2 de operación del robot, la plataforma móvil (1) realizará los movimientos de inversión y eversión, de conformidad con el movimiento en sentido contrario de los rodamientos de desplazamiento lineal (10) que se mueven a la misma velocidad.

Figura 15. Interfaz de control del robot.

IMPI 5145
INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

Descripción detallada de la invención

El presente modelo de utilidad se refiere a un robot paralelo reconfigurable para la rehabilitación de tobillo, que como se muestra en la **Figura 1** está constituido por un sistema mecánico (A) y un sistema de control (B), el cual a su vez comprende una tarjeta electrónica (C), una computadora (D), sistema electrónico de potencia (E) y una fuente de alimentación (F).

En la **figura 2** se muestra la estructura mecánica (A) del presente modelo de utilidad. Esta estructura mecánica (A), se integra principalmente por los siguientes componentes: una estructura fija formada por perfiles de aluminio (9) que son paralelos entre sí, la estructura mecánica (A) cuenta con un travesaño transversal en donde se sostiene el poste central de apoyo (3); la plataforma móvil (1) que está unida a la parte superior del poste central de apoyo (3) por una junta universal (2); en la parte posterior se tienen dos motorreductores (7) paralelos entre sí, cada uno acoplado a un tornillo sin fin (12), estos tornillos sin fin (12) están unidos a los rodamientos (15) mismos que se fijan a los perfiles de aluminio (9) por medio de los soportes (14); dos bases (6) que están unidas a los rodamientos de desplazamiento lineal (10) que a su vez están montados en las guías (11) que son paralelas a los tornillos sin fin (12) y que están fijas a los perfiles de aluminio (9) por medio de los soportes (13); dos varillas de transmisión (4) que unen a la plataforma móvil (1) con las bases (6) por medio de las articulaciones de rótula (16) y a los soportes (6) por medio de las articulaciones universales (5).

De conformidad con el presente modelo de utilidad, se considera reconfigurable por su capacidad de cambiar el sentido del movimiento de rotación de la plataforma móvil (1), este cambio en el movimiento depende del conector (17) que está dispuesto en la parte

IMPI 5145
INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

superior del poste central de apoyo (3), el conector (17) en función de su orientación permite o restringe el sentido de rotación de la plataforma móvil (1), dicho conector (17) está acoplado al poste central de apoyo (3) por un perno (18). Como se muestra en la **figura 3,** si el eje del perno (18) es perpendicular a las guías lineales (11) entonces el robot se encontrará en el **Modo 1** de operación, pudiendo realizar los movimientos de flexión, extensión, abducción y aducción, de conformidad como se muestra en las **figuras 5, 6, 7 y 8** respectivamente. Como se observa en la **figura 4**, para cambiar al **Modo 2** de operación, se requiere rotar 90° el conector (17), así el eje del perno (18) es paralelo a las guías lineales (11), pudiendo realizarse los movimientos de inversión y eversión del tobillo, que se muestra en las **figuras 9 y 10** respectivamente.

Como se muestra en la **figura 11** el movimiento de extensión del tobillo se reproduce cuando el robot está configurado en el **Modo 1** de operación, así la plataforma móvil (1) tiene rotación alrededor del perno (18) de manera descendente, este movimiento se realiza cuando los motorreductores (7) giran en la misma dirección y a la misma velocidad, de tal forma que el conjunto formado por las bases (6) y los rodamientos de desplazamiento lineal (10) se muevan hacia la parte posterior del robot, sobre las guías lineales (11).

Como se muestra en la **figura 12** el movimiento de extensión del tobillo se reproduce cuando el robot está en el **modo 1** de operación y la plataforma móvil (1) rota alrededor del perno (18) de manera ascendente, este movimiento se realiza cuando los motorreductores (7) giran en diferente dirección y a la misma velocidad, de tal forma que el conjunto formado por las bases (6) y los baleros de desplazamiento lineal (10) se muevan hacia la parte frontal del robot, sobre las guías lineales (11).

Para los movimientos de abducción y aducción mostrados en la **figura 13,** el robot deberá encontrarse en el **Modo 1** de operación, además un primer motorreductor (7) girará

IMPI 5145
INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

en un sentido y otro segundo motorreductor (7) girará en sentido contrario al primero, ambos motorreductores deberán girar a la misma velocidad, de tal forma una de las bases (6) se desplace hacia la parte frontal y la otra base (6) se desplace hacia la parte posterior del robot.

En el caso de los movimientos de inversión y eversión es necesario que el robot se reconfigure a su **Modo 2** de operación, girando 90° el conector (17), en este modo los motores (7) deben girar en sentido contrario uno con respecto al otro, y a la misma velocidad, para que la plataforma móvil (1) gire de tal forma que la planta del pie se oriente hacia adentro y hacia afuera, tal como se muestra en la **figura 14.**

El sistema de control del robot comprende una tarjeta electrónica (C), un sistema electrónico de potencia (E), una fuente de alimentación (F) y una computadora (D). La tarjeta electrónica (C) se emplea para leer las señales de los encoders (8) que están acoplados a los motores (7) y de la unidad de medición inercial (19) dispuesta en la cara inferior de la plataforma móvil (1). También dicha tarjeta electrónica (C) se encarga de acondicionar y enviar las señales del algoritmo de control provenientes de la computadora (D) al sistema electrónico de potencia (E), que este a su vez las amplifica para que el motorreductor (7) aumente, disminuya o cambie su sentido de giro.

La computadora (D) tiene dos principales funciones: ser una interfaz entre el robot y el usuario, así como ejecutar el algoritmo de control. En la **figura 15** se muestra la interfaz en la cual el usuario introduce a una computadora (D) los parámetros de la terapia a realizar, estos datos incluyen: modo de operación del robot, tipos de movimiento, valores de los ángulos de flexión/extensión, inversión/eversión y abducción/aducción, tiempo de duración de la terapia, número de repeticiones, número de repeticiones por minuto, empezar y detener terapia.

IMPI 5145
INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

De conformidad para una terapia de rehabilitación adecuada, el movimiento de los motorreductores (7) y en consecuencia de la plataforma móvil (1) son suaves y continuos, obtenidos a partir de la programación en la computadora (D) de un control por Backstepping, un observador de estado extendido y trayectorias basadas en los polinomios de Bézier.

Ejemplo de aplicación

Para operar el robot el usuario establece los parámetros de la rutina por medio de la interfaz mostrada en la **figura 15**. Estos parámetros son:

1) Modo de operación (Modo 1/Modo 2). En el modo 1 el usuario podrá realizar los ejercicios de flexión/extensión y de abducción/aducción. En el modo 2 el usuario podrá el movimiento de inversión/eversión.

2) Número de repeticiones. En este cuadro el usuario establece de conformidad con la terapia deseada el número de ciclos que realizará.

3) Repeticiones por minuto. En este cuadro el usuario establecerá de conformidad con la terapia requerida la velocidad en repeticiones por minuto del movimiento de la plataforma móvil (1), con un máximo de 20 repeticiones por minuto.

4) Flexión/Extensión. En este mando o control virtual por medio de la flecha azul se establecen los límites máximos para el movimiento de Flexión/Extensión

5) Abducción/Aducción. En este mando o control virtual por medio de la flecha azul se establecen los límites máximos para el movimiento de Abducción/Aducción.

6) Inversión/Eversión. En este mando o control virtual por medio de la flecha azul se establecen los límites máximos para el movimiento de Inversión/Eversión.

IMPI 5145
INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

7) Indicador de número de repeticiones. En este cuadro se muestran el número de ciclos de movimientos realizados por la plataforma móvil (1).

8) Indicador de tiempo. En este cuadro se indica el tiempo que lleva la terapia.

9) Una vez ajustados los parámetros de la terapia a realizar, el usuario deberá sentarse apoyando el pie lesionado sobre la plataforma móvil (1) y presionar Botón PLAY. Al presionar este botón el robot empezará la rutina de rehabilitación.

10) El usuario deberá esperar a que la rutina termine o presionar Botón STOP. Al presionar este botón el robot se detendrá inmediatamente.

IMPI 5145
INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

Reivindicaciones

1. Un robot paralelo reconfigurable para la rehabilitación de tobillo, constituido por: una estructura mecánica (A); un sistema de control (B), el cual a su vez comprende una tarjeta electrónica (C), una computadora (D), un sistema electrónico de potencia (E) y una fuente de alimentación (F); en donde la estructura mecánica (A) se integra por una estructura fija formada por dos perfiles de aluminio (9) paralelos entre sí, un travesaño transversal; un poste central de apoyo (3) dispuesto sobre el travesaño transversal, una plataforma móvil (1) unida a la parte superior del poste central de apoyo (3) por una junta universal (2), en la parte posterior de la estructura se tienen dos motorreductores (7) paralelos entre sí, y acoplados a unos tornillos sin fin (12), haciéndolos girar, dos bases (6) que están unidas a unos rodamientos de desplazamiento lineal (10) que a su vez están montados en unas guías (11) paralelas a los tornillos sin fin (12), dos varillas de transmisión (4) que unen a la plataforma móvil (1) con las bases (6) por medio de unas articulaciones esféricas (16) y unas articulaciones universales (5); y en donde el sistema de control del robot comprende una tarjeta electrónica (C) para leer las señales de unos encoders (8) acoplados a los motores (7) y de una unidad de medición inercial (19) dispuesta en la cara inferior de la plataforma móvil (1), así como de acondicionar y enviar las señales del algoritmo de control provenientes de la computadora (D) al sistema electrónico de potencia (E), el cual las amplifica para que el motorreductor (7) aumente, disminuya o cambie su sentido de giro, y en donde la computadora (D) es una interfaz entre el robot y el usuario, y ejecuta el algoritmo de control, en la cual el usuario introduce los parámetros de la terapia a realizar, estos datos incluyen: modo de operación del robot, tipos de movimiento, valores de los ángulos de flexión/extensión, inversión/eversión y abducción/aducción, tiempo de

duración de la terapia, número de repeticiones, número de repeticiones por minuto, empezar y detener terapia.

2. Un robot paralelo reconfigurable para la rehabilitación de tobillo de acuerdo a la reivindicación 1, el cual es reconfigurable por su capacidad de cambiar el sentido del movimiento de rotación de la plataforma móvil (1), este cambio en el movimiento depende de un conector (17), dispuesto en la parte superior del poste (3), el cual en función de su orientación permite o restringe el sentido de la rotación de la plataforma móvil (1), dicho conector esta acoplado al poste por un perno (18), de manera que si el eje del perno (18) es perpendicular a las guías (11) entonces el robot se encontrará en un primer modo de operación, pudiendo realizar los movimientos de flexión, extensión, abducción y aducción, y si el perno (18) es paralelo a las guías (11) se encontrara en un segundo modo de operación, pudiendo realizarse los movimientos de inversión y eversión del tobillo.

3. Un robot paralelo reconfigurable para la rehabilitación de tobillo de acuerdo a la reivindicación 2, en donde el movimiento de extensión del tobillo se reproduce cuando el robot está configurado en el primer modo de operación, y la plataforma móvil (1) rota alrededor del perno (18) de manera descendente, cuando los motorreductores (7) giran en la misma dirección y a la misma velocidad, de tal forma que el conjunto formado por las bases (6) y los rodamientos de desplazamiento lineal (10) se mueven hacia la parte posterior del robot, sobre las guías lineales (11).

4. Un robot paralelo reconfigurable para la rehabilitación de tobillo de acuerdo a la reivindicación 2, en donde el movimiento de extensión del tobillo se reproduce cuando el robot está en el primer modo de operación y la plataforma móvil (1) rota alrededor del perno (18) de manera ascendente, este movimiento se realiza cuando los motorreductores

IMPI 5145
INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

(7) giran en diferente dirección y a la misma velocidad, de tal forma que el conjunto formado por las bases (6) y los baleros de desplazamiento lineal (10) se mueven hacia la parte frontal del robot, sobre las guías lineales (11).

5. Un robot paralelo reconfigurable para la rehabilitación de tobillo de acuerdo a la reivindicación 2, en donde para los movimientos de abducción y aducción, el robot está en el primer modo de operación y un primer motorreductor (7) girará en un sentido y el otro motorreductor (7) girará en sentido contrario al primero, ambos motorreductores deberán girar a la misma velocidad, de tal forma una de las bases (6) se desplace hacia la parte frontal y otra de las bases (6) se desplace hacia la parte posterior del robot.

6. Un robot paralelo reconfigurable para la rehabilitación de tobillo de acuerdo con la reivindicación 2, en donde para los movimientos de inversión y eversión, el robot está en el segundo modo de operación y los motores (7) giran en sentido contrario uno con respecto al otro, y a la misma velocidad, para que la plataforma móvil (1) gire de tal forma que la planta del pie se oriente hacia adentro y hacia afuera.

IMPI 5145
INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

Resumen

El presente modelo de utilidad recae en el área de los robots paralelos aplicados a la ingeniería de rehabilitación, específicamente se refiere a un robot paralelo reconfigurable para realizar terapia física pasiva en tobillos lesionados; este robot entre otras cosas, se caracteriza por emplear solo dos actuadores para realizar los principales movimientos del tobillo: Flexión/Extensión, Abducción/Aducción y Eversión/Inversión, lo anterior con base en su capacidad de reconfiguración para alternar entre dos modos de operación en su estructura mecánica. Posee una interfaz gráfica para ajustar los parámetros de la terapia a realizar, así mismo para asegurar su correcto funcionamiento integra un sistema de control que regula el movimiento de la plataforma móvil.

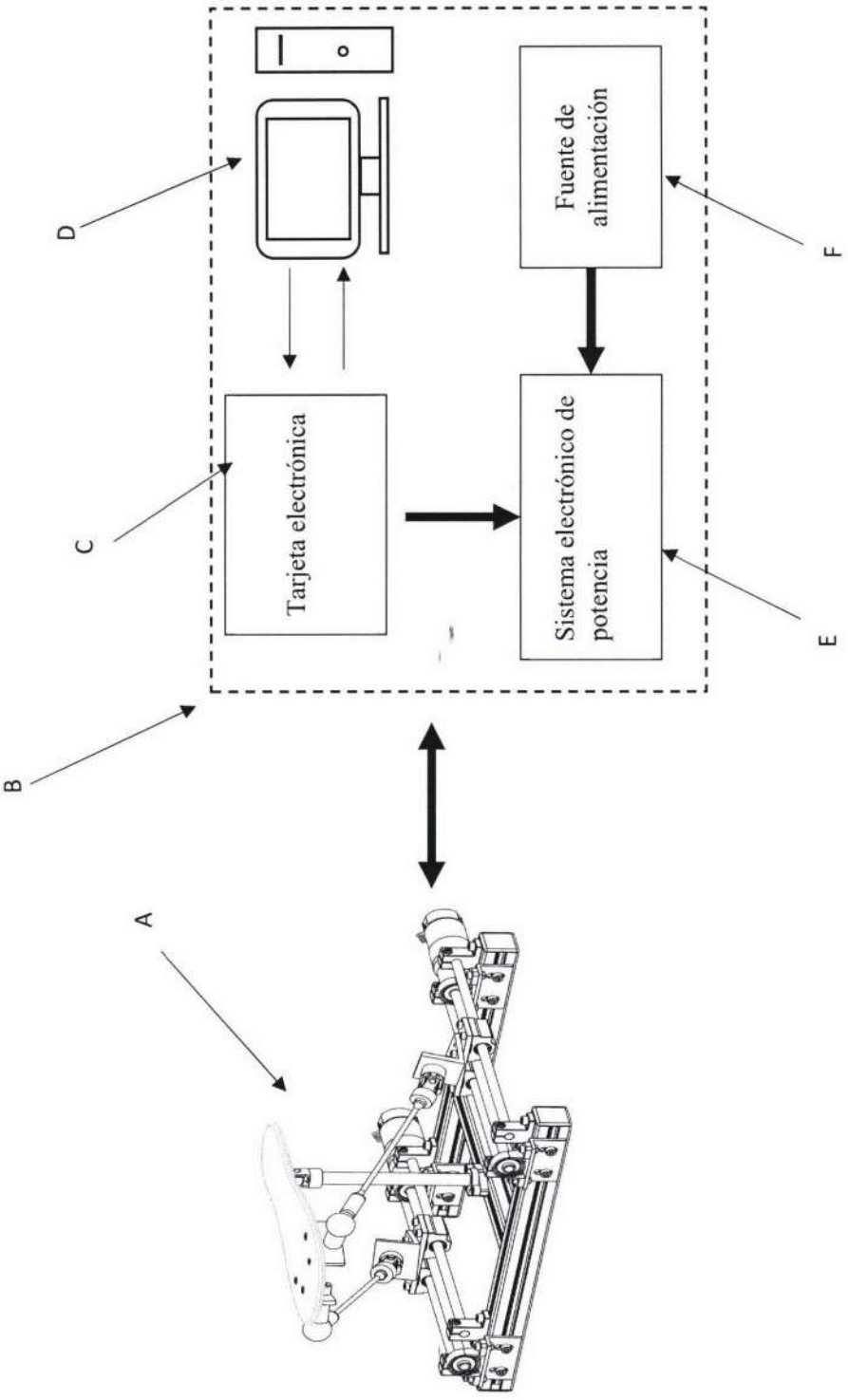

D
Fuente de alimentación
F
C
Tarjeta electrónica
Sistema electrónico de potencia
E
B
A

Figura 1

IMPI 5145
INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

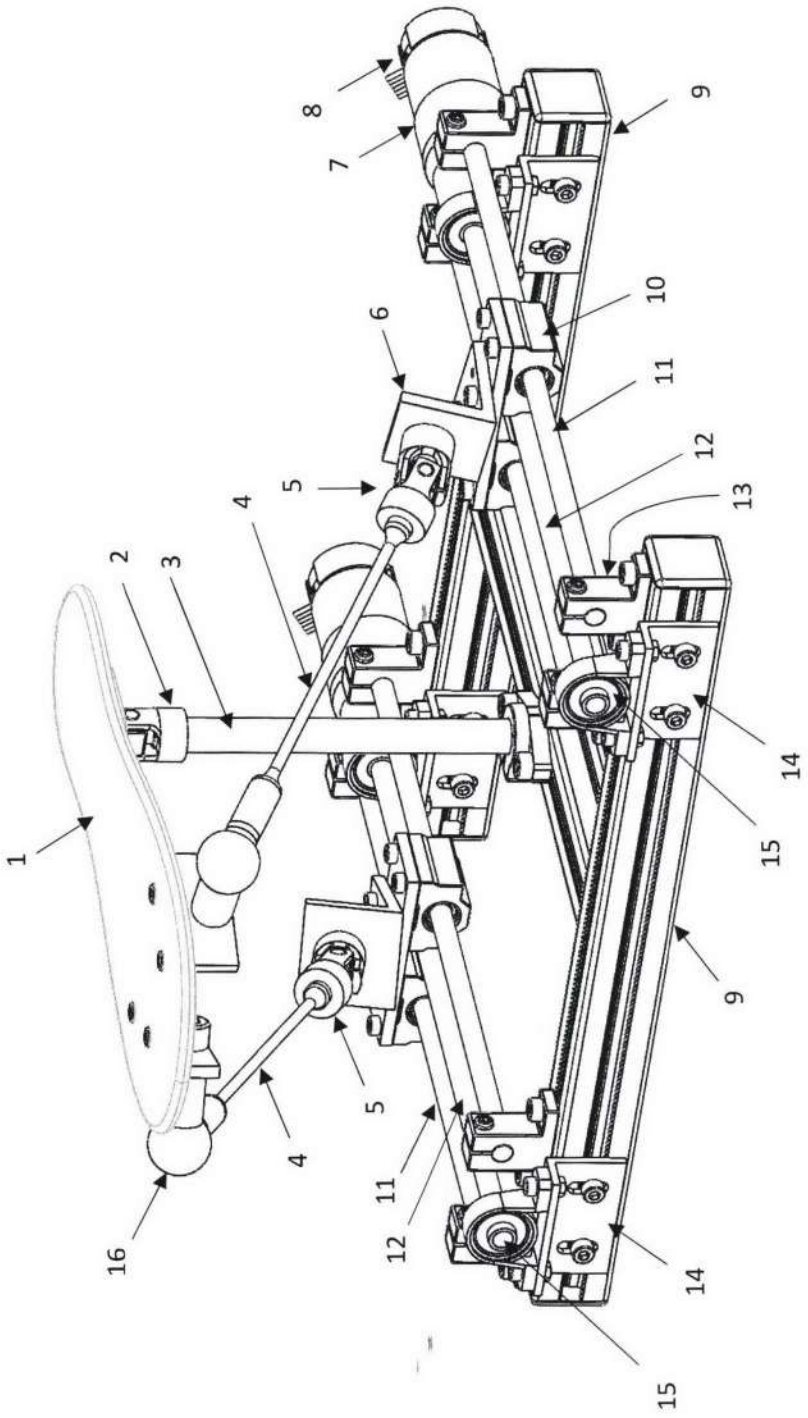


Figura 2

IMPI 5145
INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

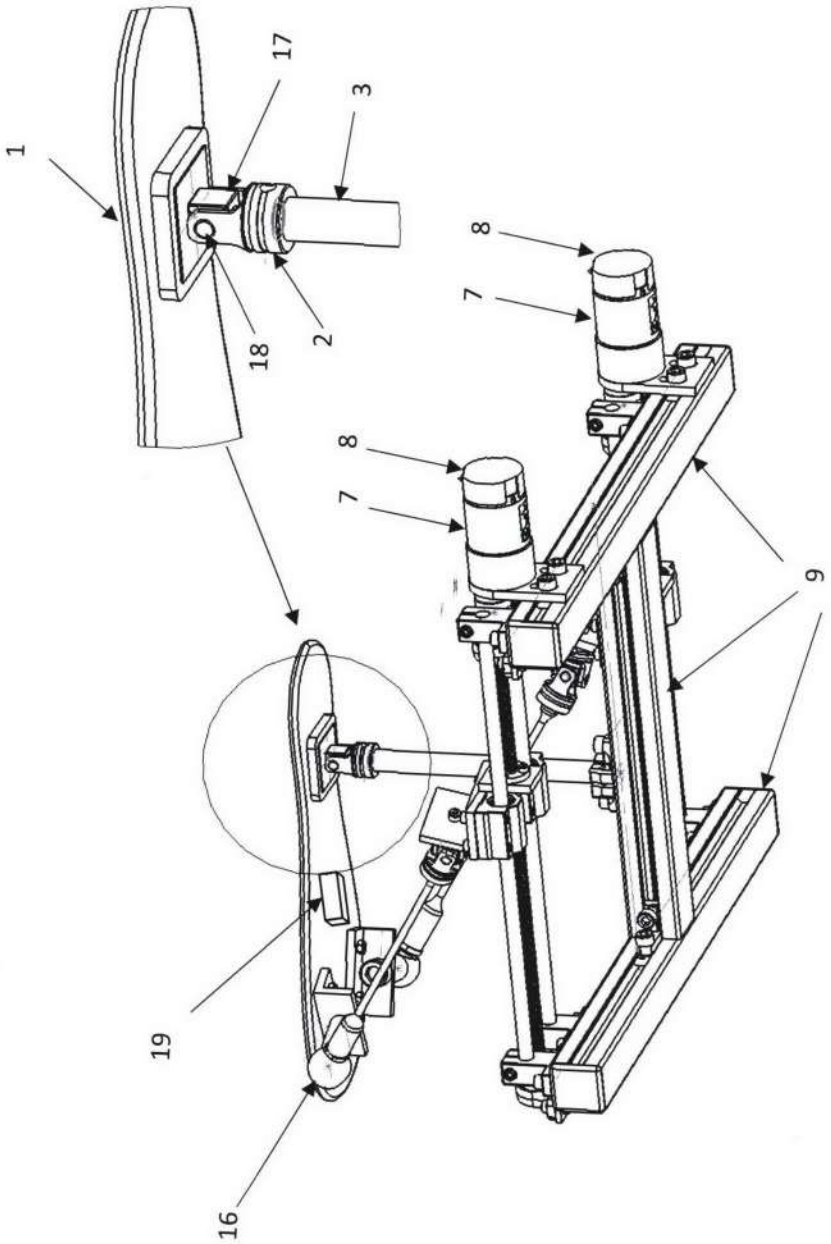


Figura 3

IMPI 5145
INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

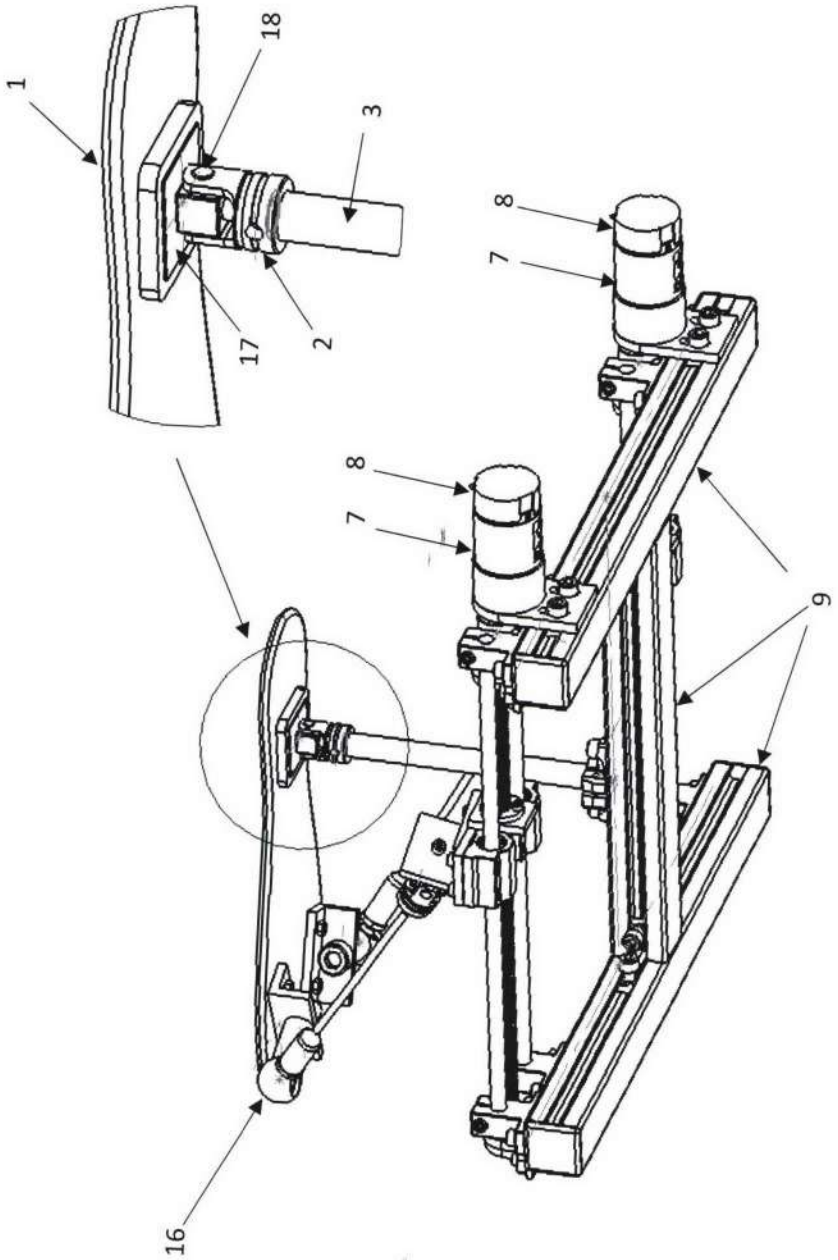


Figura 4

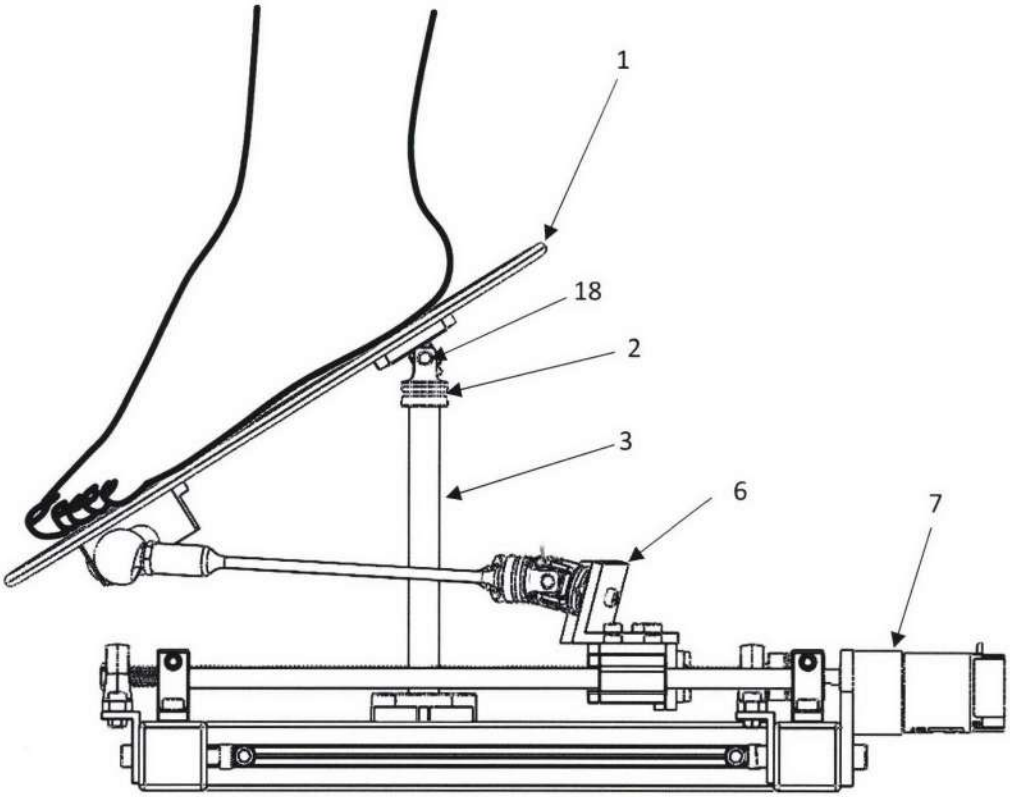


Figura 5

IMPI 5145
INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

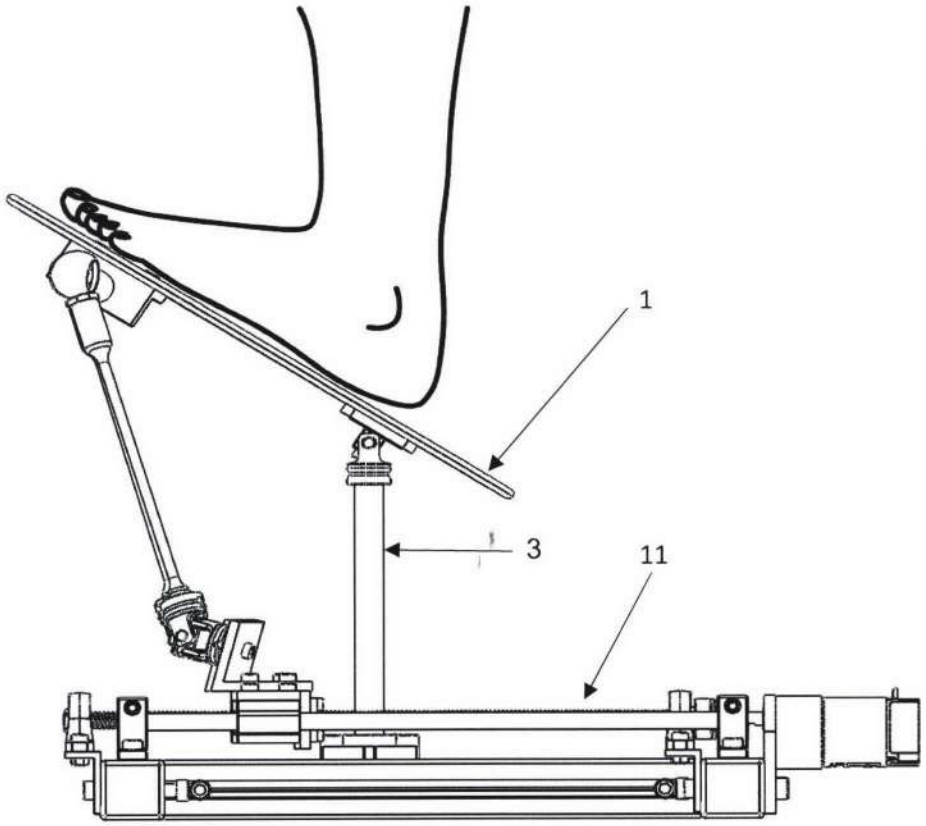


Figura 6

IMPI 5145
INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

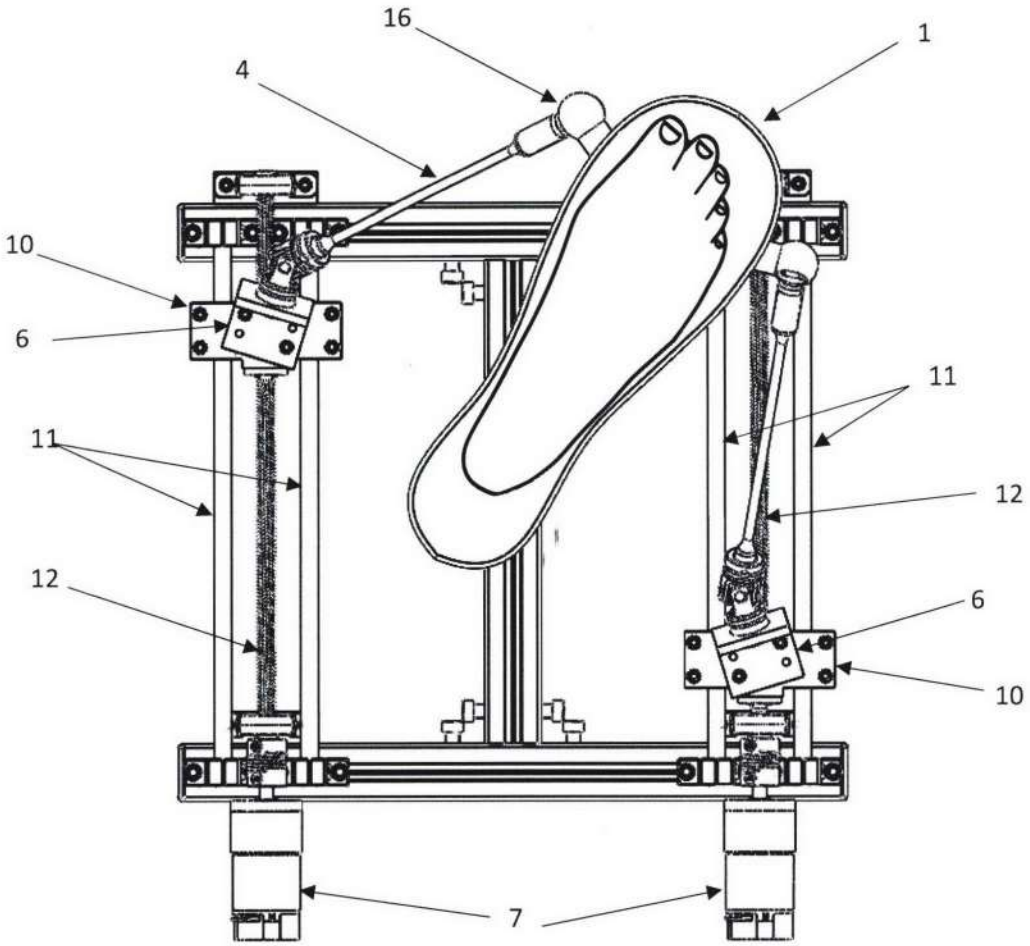


Figura 7

IMPI 5145
INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

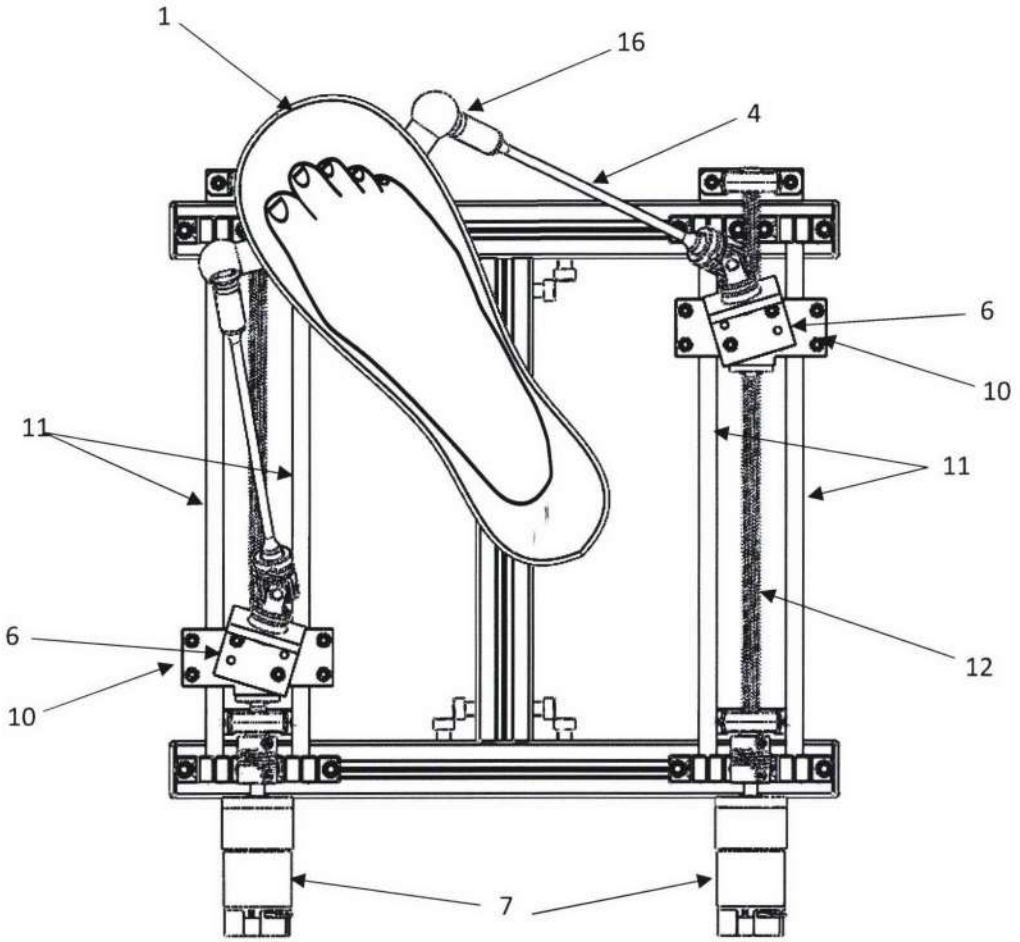


Figura 8

IMPI 5145
INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

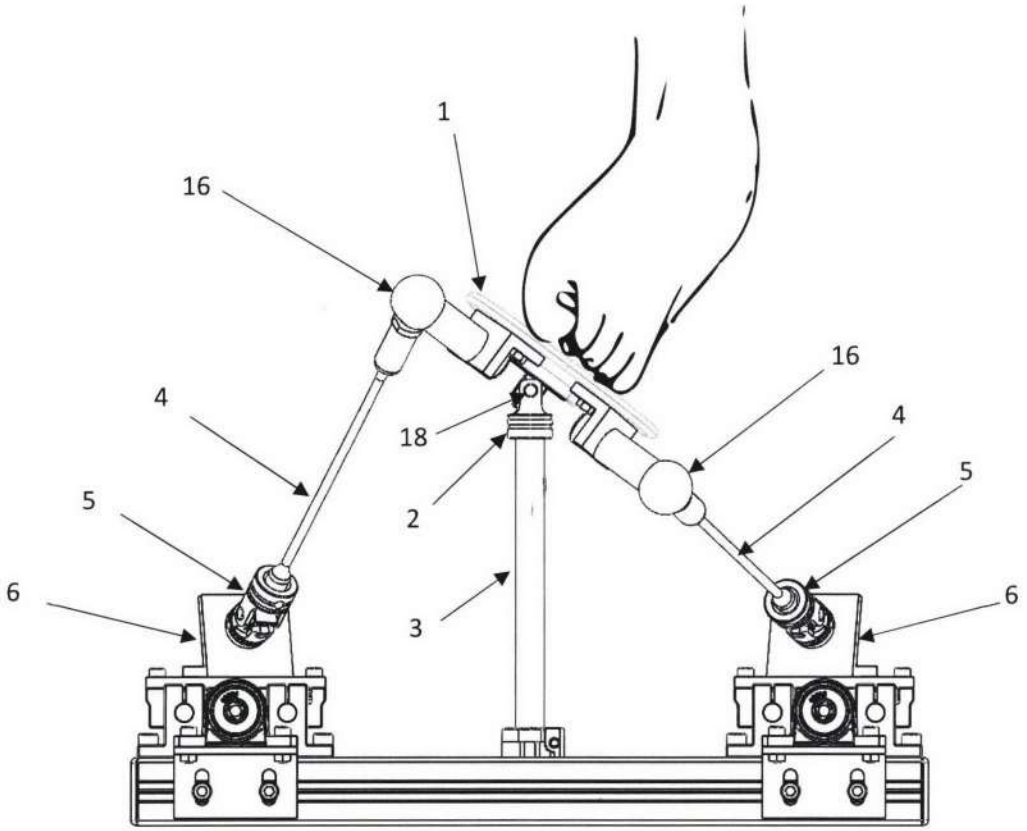


Figura 9

IMPI 5145
INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

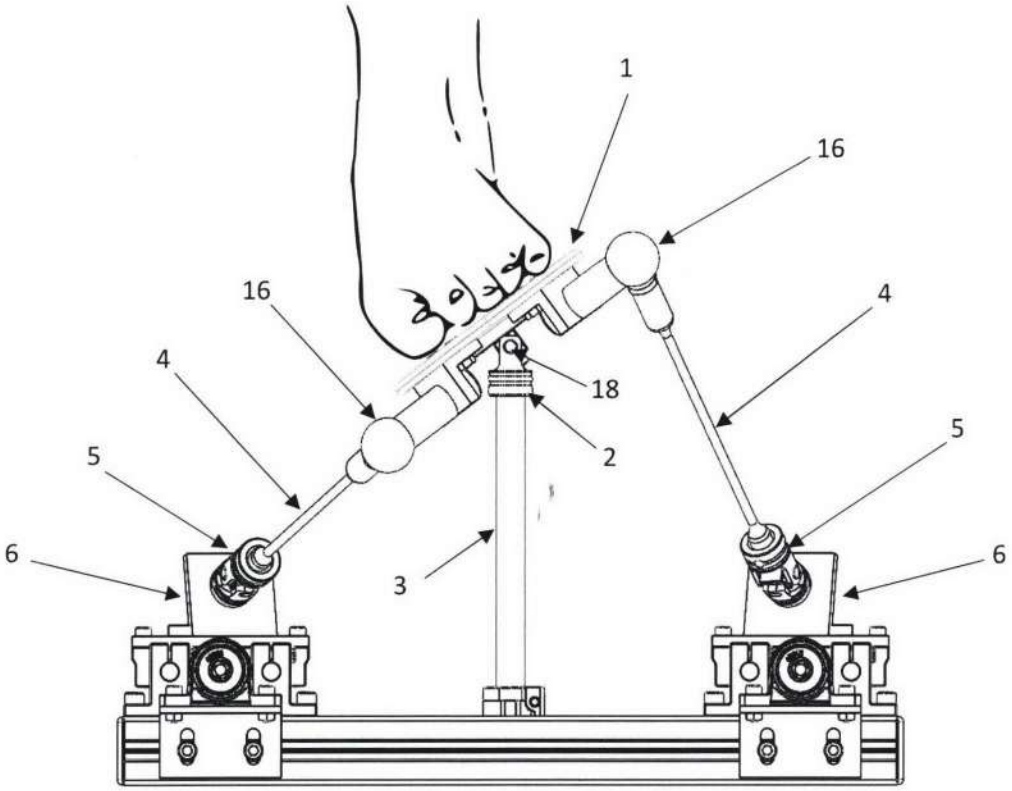


Figura 10

IMPI 5145
INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

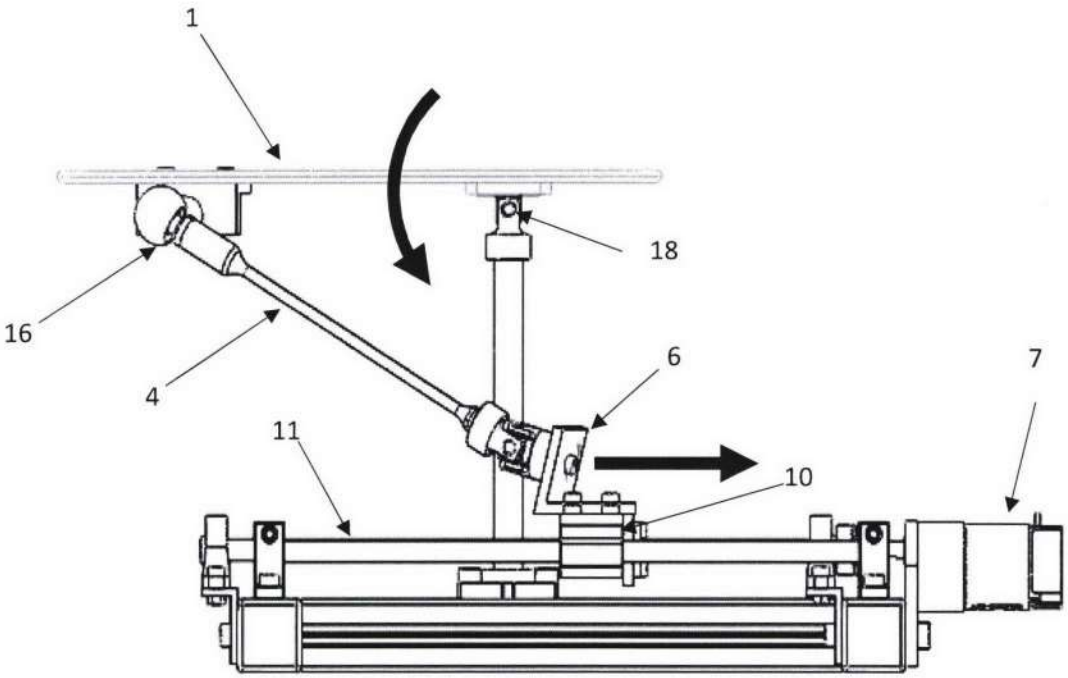


Figura 11

IMPI 5145
INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

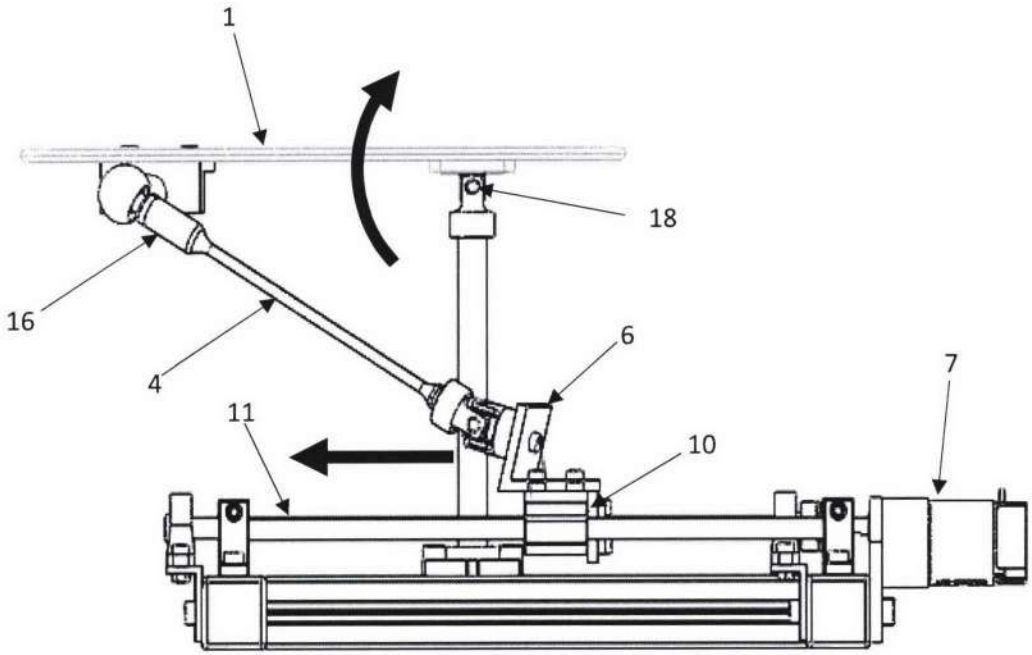


Figura 12

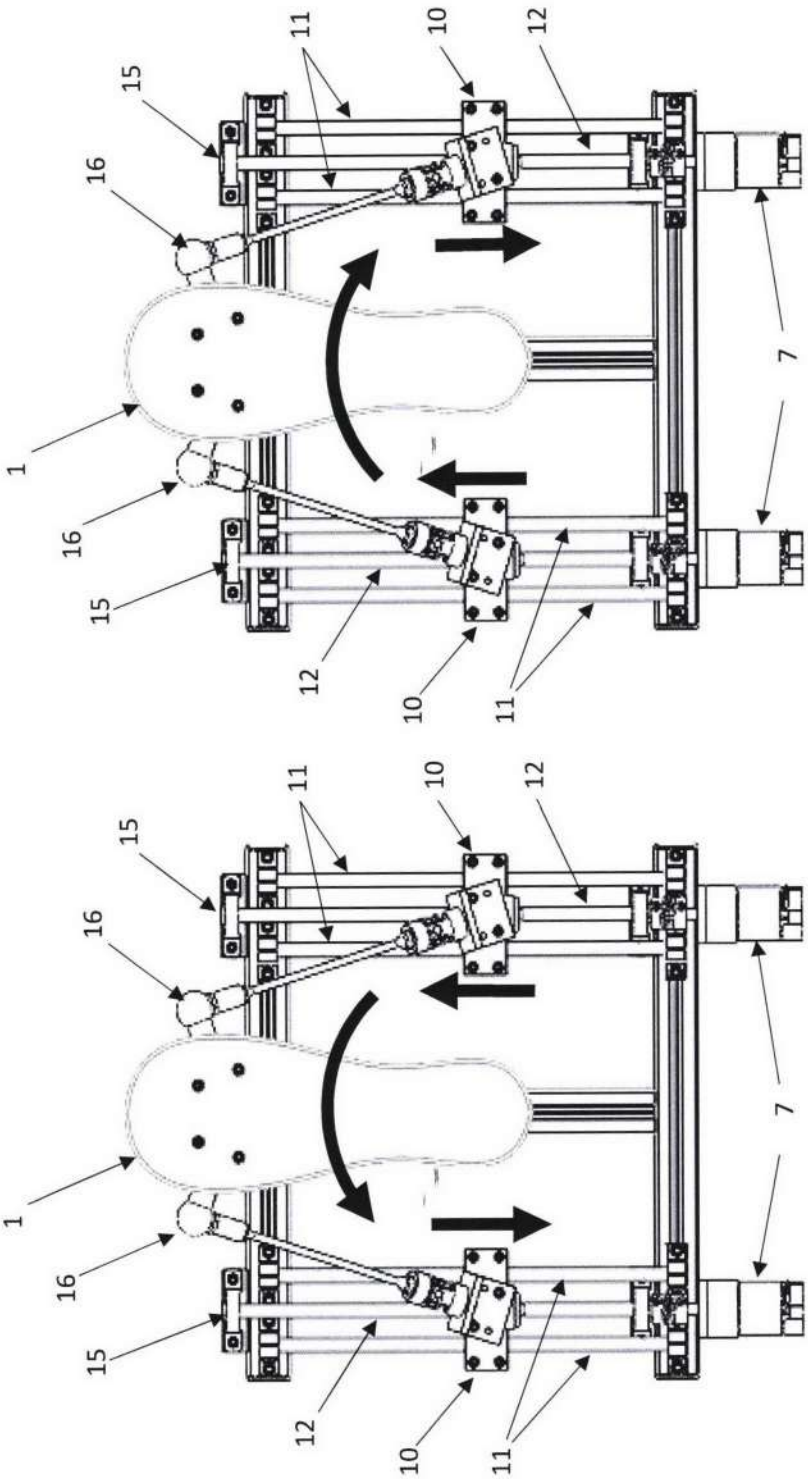


Figura 13

IMPI 5145
INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

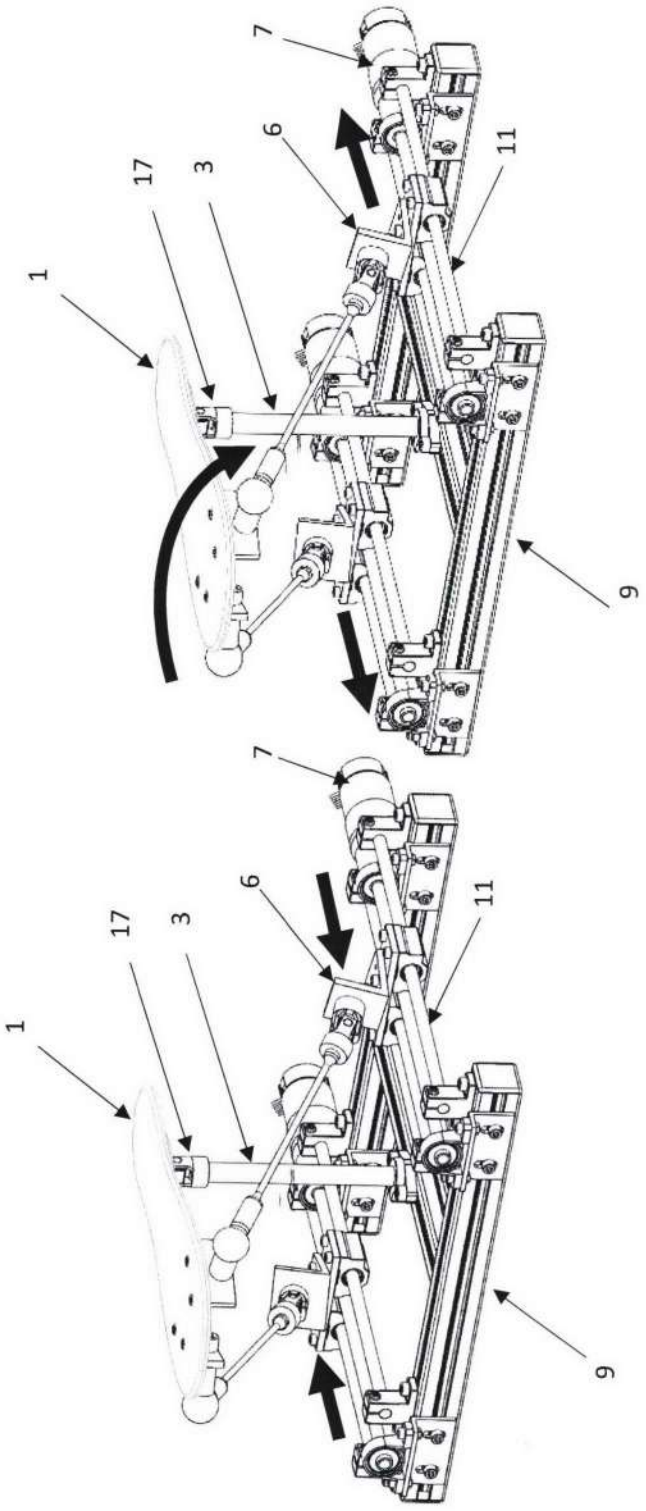


Figura 14

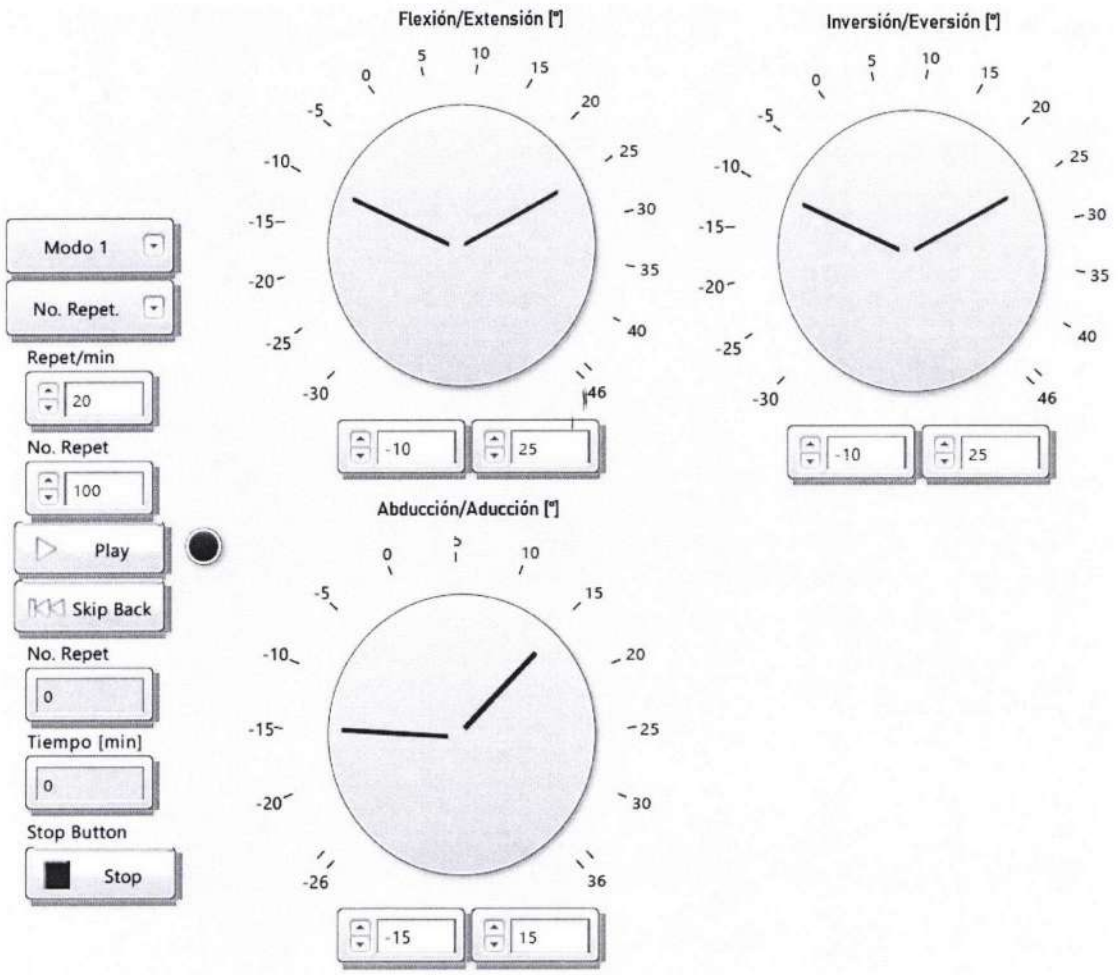

Flexión/Extensión [°]
Inversión/Eversión [°]
Abducción/Aducción [°]
Modo 1
No. Repet.
Repet/min
20
No. Repet
100
Play
Skip Back
No. Repet
0
Tiempo [min]
0
Stop Button
Stop
-10
25
-15
15

Figura 15