

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 691 379**

51 Int. Cl.:

A61H 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.11.2013** **E 13192986 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.07.2018** **EP 2732801**

54 Título: **Dispositivo terapéutico para rodilla postoperatoria**

30 Prioridad:

16.11.2012 US 201213679142

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

27.11.2018

73 Titular/es:

EWING, PAUL (100.0%)
26705 Irving
Franklin, MI 48025, US

72 Inventor/es:

EWING, PAUL

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 691 379 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo terapéutico para rodilla postoperatoria

Campo

La presente divulgación se refiere a un dispositivo terapéutico para una rodilla postoperatoria.

5 Antecedentes

Esta sección proporciona información de antecedentes que se relaciona con la presente divulgación, la cual, no es necesariamente técnica anterior.

10 En 2012 solo en los Estados Unidos, más de 500,000 pacientes se sometieron a reemplazo total de rodilla (TKA), un número que se espera supere los tres millones para el año 2025. El proceso de rehabilitación para pacientes con TKA es extenso, costoso y no rinde siempre resultados óptimos. Muchos pacientes luchan por recuperar la movilidad completa después de la TKA porque la rigidez en la articulación de la rodilla puede progresar rápidamente a tejido cicatrizal en un corto período de tiempo. Si no se previene este proceso, el tejido cicatricial puede impedir la flexibilidad en el futuro. La falta de rango completo de movimiento no solo afecta la marcha y la movilidad, sino que también puede provocar dolores de espalda, cadera y articulaciones en el futuro.

15 El proceso de flexibilidad inhibida y acumulación de líquido después de la TKA progresa a través de cuatro etapas: hemorragia, edema, tejido de granulación y fibrosis. Las citoquinas en las células inflamatorias atraen a los fibroblastos, que comienzan a depositar tejido de colágeno. A medida que el colágeno se endurece, se vuelve cada vez más difícil de eliminar. El tejido cicatricial es básicamente todo colágeno y eventualmente se convertirá en fibrosis. Esta progresión generalmente comienza poco después de la cirugía y está en camino de obstaculizar
 20 permanentemente la movilidad en un plazo de 2 a 4 semanas cuando, por lo general, comienza la fisioterapia ambulatoria. Normalmente, la falta de rango de movimiento no es una prioridad durante las primeras semanas de terapia. Para cuando comienza la fisioterapia ambulatoria (en promedio 3-4 semanas después de una TKA), a menudo no es posible prevenir y tratar la acumulación de líquido en el tejido periarticular. La incapacidad de lograr un rango completo de movimiento en el período postoperatorio inmediato o temprano, que se combina con permitir
 25 la acumulación de cantidades incluso pequeñas de sangre periarticular y edema, permite naturalmente que se deposite la matriz extracelular y el tejido cicatricial de colágeno, de modo que el rango completo de movimiento puede que nunca se recupere totalmente. Por lo tanto, sería deseable un dispositivo y método para eliminar del tejido periarticular fluidos que contienen fibroblastos antes de que el colágeno comience a formarse.

30 A menudo, los pacientes y los terapeutas se resisten a la rehabilitación temprana porque creen que la manipulación temprana de la articulación es extremadamente dolorosa. Al limitar la fuerza o presión que se usa para mover la articulación de un paciente por debajo del umbral de comodidad del paciente, es posible disminuir o eliminar el dolor mientras se enfoca en la extensión y flexión terminal.

35 Los pacientes y los fisioterapeutas retrasan a menudo la terapia de rango de movimiento después de la TKA porque los pacientes suelen experimentar mucho dolor si la pierna se manipula hacia un rango completo de movimiento poco después de la cirugía. Los métodos existentes para tratar la falta de rango de movimiento incluyen que un fisioterapeuta entrenado empuje y tire manualmente justo arriba y debajo de la rodilla en un esfuerzo por obtener una mejor extensión y flexión. Si la presión que se aplica es exagerada, existe el riesgo de causar más daño y se puede repetir el ciclo inflamatorio que inició el problema. Por otro lado, muy poca presión resulta en un progreso insuficiente.

40 Otro problema con los procedimientos de rehabilitación de TKA existentes es que no todos los pacientes son los mismos en términos de su respuesta a la terapia. Algunos pacientes tienden a formar tejido cicatricial más rápidamente, más grueso y más densamente que otros. Los pacientes que desarrollan cicatriz hipertrófica y queloides exhibirán pérdida de función a un ritmo más rápido que lo normal.

45 Las máquinas de movimiento pasivo continuo (CPM) se usan a menudo en terapias de TKA existentes. Las máquinas CPM dependen de los valores de flexión y extensión para determinar el movimiento. Las máquinas CPM empujan a ciegas y no tienen retroalimentación de presión ni variabilidad de presión. Las máquinas CPM tampoco se pueden detener a mitad del ciclo, como para permitir que salga líquido por la articulación. Además, las máquinas de CPM no pueden proporcionar un estiramiento de amplitud alto o bajo en los extremos del rango de movimiento del paciente, como al sostener la pierna en una posición flexionada o extendida. Por lo tanto, sería deseable
 50 proporcionar un dispositivo y un método capaces de aumentar más rápidamente el rango de movimiento del paciente mientras se minimiza el dolor.

5 Las máquinas CPM establecen de manera indeseable límites en la extensión y la flexión y operan solo dentro de estos límites. Si los límites se establecen de manera demasiado agresiva, la articulación puede experimentar un exceso de estrés, lo que puede ocasionar dolor y posiblemente lesiones adicionales. Típicamente, las máquinas CPM se usan para ejercer un rango de movimiento limitado que se especifica previamente fijando los ángulos objetivo dentro del rango de movimiento existente del paciente, el cual, ya es alcanzable por el paciente. Esto se vuelve autolimitante y puede dejar de manera indeseable líquido periarticular en la articulación, lo que refuerza los límites existentes de extensión y flexión y evita un progreso significativo.

10 El documento US 4.691.694 divulga un aparato de ejercicio y rehabilitación muscular que incluye un dispositivo móvil contra el que se puede aplicar una fuerza; un servomotor que se acopla al accesorio; un extensómetro para producir una señal de carga correspondiente a la fuerza que se aplica al accesorio; un detector de velocidad para producir una señal de velocidad correspondiente a la velocidad del dispositivo; un servocircuito de circuito cerrado para controlar el motor en respuesta a la carga y las señales de velocidad, un circuito de límite para evitar el movimiento del dispositivo más allá de los límites opuestos; un circuito de detección de posición para producir una señal de posición correspondiente a la posición del dispositivo; un circuito de deceleración para frenar el movimiento del dispositivo a medida que el dispositivo se aproxima a cada límite, en respuesta a las señales de velocidad, posición y límite. El documento US2011071002 (A1) divulga una máquina para rehabilitación o ejercicio, que comprende: un marco; un primer brazo que se asegura de manera móvil al marco a través de un primer actuador; un primer sensor de fuerza para medir una fuerza que se ejerce en el primer brazo mediante un usuario; y una unidad de control que se adapta para controlar una velocidad de desplazamiento para el primer brazo a través del primer actuador en función de la fuerza y para aumentar la velocidad de desplazamiento del primer brazo a través del primer actuador cuando la fuerza es superior a una fuerza objetivo.

Resumen

Esta sección proporciona un resumen general de la divulgación, y no es una divulgación exhaustiva de su alcance completo o de todas sus características.

25 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un método para operar una máquina de ejercicios que tiene las características de la reivindicación 1 a continuación.

Otras áreas de aplicabilidad serán evidentes a partir de la descripción que se proporciona en este documento. La descripción y los ejemplos específicos en este resumen se destinan solo a fines ilustrativos y no se destinan a limitar el alcance de la presente divulgación.

30 Dibujos

Los dibujos que se describen en este documento son solo con fines ilustrativos de las realizaciones seleccionadas y no de todas las implementaciones posibles, y no se destinan a limitar el alcance de la presente divulgación.

La Figura 1 es una vista en perspectiva de un dispositivo de ejercicio;

La Figura 2 es una vista en perspectiva de un miembro de accionamiento del dispositivo de ejercicio de la Figura 1;

35 La Figura 3 es una vista en perspectiva de una celda de carga que se acopla al miembro de accionamiento;

La Figura 4 es una vista lateral de componentes interiores del dispositivo de ejercicio de la Figura 1;

La Figura 5 es una vista lateral de otro dispositivo de ejercicio.

La Figura 6 es un diagrama de flujo de un método de control para un dispositivo de ejercicio;

40 La Figura 7 es un diagrama de flujo de otro método de control de acuerdo con las presentes enseñanzas para un dispositivo de ejercicio;

La Figura 8 es un diagrama de flujo de un método de control adicional de acuerdo con las presentes enseñanzas para un dispositivo de ejercicio;

La Figura 9A ilustra un dispositivo de ejercicio adicional en una primera posición; y

La Figura 9B ilustra el dispositivo de ejercicio de la Figura 9A en una segunda posición.

45 Los números de referencia correspondientes indican partes correspondientes en las diversas vistas de los dibujos.

Descripción detallada

Con referencia inicial a la Figura 1, se ilustra un dispositivo de ejercicio con el número de referencia 10. El dispositivo 10 de ejercicio incluye generalmente una carcasa 12 y un asiento 14. La carcasa 12 incluye una pluralidad de soportes 16 que se extienden desde una superficie inferior del mismo para soportar la carcasa 12 en una superficie plana, como el piso de una clínica u hogar. Un poste 18 se extiende desde una superficie superior de la carcasa 12, que es opuesta a la superficie inferior desde la cual se extienden los soportes 16. Una pantalla 20 se monta en el poste 18, así como en una bandeja 22. La pantalla 20 puede ser cualquier pantalla adecuada para su uso en el funcionamiento del dispositivo 10. Por ejemplo, la pantalla 20 puede ser una pantalla táctil capaz de aceptar comandos de entrada para operar el dispositivo 10, y para visualizar el estado operativo del dispositivo 10 para el usuario y el operador, tal como un fisioterapeuta. También en la superficie superior de la carcasa 12 próxima al poste 18 hay un primer botón 24A de parada en un primer lado del poste 18 y un segundo botón 24B de parada en un segundo lado del poste 18. Los botones 24A y 24B de parada se pueden usar para detener toda operación del dispositivo de ejercicio.

El dispositivo de ejercicio incluye además un miembro de accionamiento o brazo 26 de accionamiento, que se monta de forma giratoria en un lado de la carcasa 12. Hay un miembro 28 de acoplamiento de extremidad que se conecta al brazo 26 de accionamiento. Como se describe en el presente documento, el miembro 28 de acoplamiento de extremidad se configura para acoplarse con el tobillo de un usuario. El miembro 28 de acoplamiento de extremidad se puede configurar también para acoplarse con cualquier otra parte del cuerpo a ejercitarse y accionarse, tal como un brazo del usuario. Hay una primera regla 30A de extensión y una segunda regla 30B de extensión que se montan a la carcasa 12 en lados opuestos del brazo 26 de accionamiento. Las reglas 30A y 30B de extensión incluyen indicaciones que permiten que el grado de extensión de la extremidad de un usuario se mida visualmente. La primera regla 30A de extensión se puede usar para medir la extensión cuando el asiento 14 está en la primera posición que se ilustra en la Figura 1. La segunda regla 30B de extensión se puede usar para medir la extensión cuando el asiento 14 está en una segunda posición en la que el asiento 14 se mueve hacia un extremo de la carcasa 12 opuesto al extremo de la carcasa 12 en la que el asiento 14 se coloca en la Figura 1.

El dispositivo 10 de ejercicio incluye además un riel 34 de asiento que se extiende a lo largo de la carcasa 12. En un primer extremo de la carcasa 12, se monta el riel 34 de asiento en la carcasa 12 con un primer soporte 36. En un segundo extremo de la carcasa 12, se monta el riel 34 de asiento en la carcasa 12 con un segundo soporte 38. Cada uno del primer soporte 36 y el segundo soporte 38 definen una pluralidad de aberturas 40. Las aberturas 40 se configuran para recibir un dispositivo de acoplamiento para bloquear el asiento al primer soporte 36 o al segundo soporte 38. Cuando se bloquea al segundo soporte 38 en el segundo extremo de la carcasa 12, por ejemplo, el asiento 14 se posicionará para ejercitar la pierna derecha del usuario. El asiento 14 se puede mover a lo largo del riel 34 de asiento hasta el primer extremo y acoplarse al primer soporte 36 para ejercitar la pierna izquierda del usuario girando el asiento para permitir que la pierna izquierda se asiente en el miembro 28 de acoplamiento de extremidad del brazo 26 de accionamiento.

El asiento 14 incluye generalmente un soporte 50 de suelo, un soporte 52 vertical que se extiende desde el soporte 50 de suelo, una palanca de ajuste vertical para ajustar la altura del soporte 52 vertical, una base 56 que se monta encima del soporte 52 vertical y un respaldo 58 que se monta sobre la base 56 con un soporte 60 de respaldo. El respaldo 58 se puede mover horizontalmente con relación a la base 56 deslizando horizontalmente el soporte 60 de respaldo con respecto a la base 56. El soporte 60 de respaldo puede incluir una serie de características de bloqueo adecuadas para bloquear el respaldo 58 en una posición deseada.

El asiento 14 incluye además una manga 62 de soporte para un soporte 64 de rodilla. El mango 62 se monta cerca de la base, particularmente delante de la base 56, y se configura para recibir un soporte 64 de rodilla. En particular, una porción 66 vertical del soporte 64 de rodilla se recibe de manera deslizante dentro del mango 62. Una porción 68 horizontal del soporte 64 de rodilla se montada en la porción 66 vertical, y se cubre con una porción 68A acolchada. El soporte 64 de rodilla se puede elevar y bajar deslizando la porción 66 vertical a una posición deseada dentro del mango 62. El soporte 64 de rodilla se puede mover a cualquier posición o altura adecuada para soportar la rodilla de un usuario a una altura adecuada, con la rodilla colocándose debajo de la almohadilla 68A. Mientras que se puede soportar la rodilla en cualquier posición adecuada, es deseable a menudo soportar la rodilla de modo que se alinee verticalmente con un eje 84 horizontal (Figuras 1 y 2) al que se acopla el brazo 26 de accionamiento. Se puede incluir un localizador 124 (Figura 2) con el brazo 26 de accionamiento en el eje 84 horizontal para facilitar la alineación de la rodilla con el eje 84 horizontal. Se puede usar cualquier localizador 124 adecuado, tal como un láser.

Extendiéndose desde el suelo, el soporte 50 del asiento 14 es una pestaña 70 de acoplamiento. La pestaña 70 de acoplamiento incluye una serie de aberturas que se pueden alinear selectivamente con las aberturas 40 del primer soporte 36 o el segundo soporte 38. Para facilitar el movimiento de la misma, el asiento 14 entre el primer soporte 36 y el segundo soporte 38, el soporte 50 de suelo incluye ruedas debajo de él. Cuando la pestaña 70 de acoplamiento se dispone en una posición deseada en el primer soporte 36 o el segundo soporte 38 con la abertura 40 del primer o

segundo soporte 36/38 que se alinea con la abertura de la pestaña 70 de acoplamiento, se puede insertar un pasador 72 a través de las aberturas para bloquear el asiento 14 en la posición deseada.

La Figura 2 ilustra detalles adicionales del brazo 26 de accionamiento. El brazo 26 de accionamiento incluye un brazo 80 exterior y un brazo 82 interior. El brazo 80 exterior se acopla al eje 84 horizontal, que sobresale del interior de la carcasa 12. El brazo 82 interior se acopla de manera deslizable a un riel 86, que se monta dentro del brazo 80 exterior. El brazo 80 exterior define una serie de aberturas 88 exteriores, y el brazo 82 interior define una serie de aberturas 90 interiores, que se alinean con las aberturas 88 exteriores. El brazo 82 interior se puede extender telescópicamente hacia afuera y hacia dentro desde el brazo 80 exterior a lo largo del riel 86. Cuando el brazo 82 interior está en una posición deseable, que típicamente depende de la longitud de la extremidad del usuario que se ejercita, el brazo 82 interior se puede bloquear en posición con un pasador 92 que se inserta a través de las aberturas 88 exteriores y las aberturas 90 interiores.

Hay una celda 96 de carga que se monta en un extremo distal del brazo 82 interior, la cual, se describirá con más detalle en este documento. El miembro 28 de acoplamiento de extremidad se acopla a la celda 96 de carga para montar el miembro 28 de acoplamiento de extremidad al brazo 26 de accionamiento a través de la celda 96 de carga. El miembro 28 de acoplamiento de extremidad incluye una primera almohadilla 102 de soporte y una segunda almohadilla 104 de soporte. Cada uno de la primera y la segunda almohadillas 102 y 104 de soporte se montan, y se pueden colocar de manera deslizable a lo largo de, un carril 106 de soporte. Extendiéndose desde la primera almohadilla 102 de soporte hay una primera pestaña 108, y extendiéndose desde la segunda almohadilla 104 de soporte hay una segunda pestaña 110. La primera pestaña 108 incluye un primer pasador 112, que se puede insertar selectivamente en una cualquiera de las primeras aberturas 114 que se definen en el miembro 28 de acoplamiento de extremidad para bloquear la primera almohadilla 102 de soporte en una posición deseada a lo largo del carril 106 de soporte. La segunda pestaña 110 incluye un segundo pasador 116, que se puede insertar selectivamente en cualquiera de las segundas aberturas 118 que se definen en el miembro 28 de acoplamiento de extremidad para bloquear la segunda almohadilla 104 de soporte en una posición deseada a lo largo del carril 106 de soporte. La primera almohadilla 102 de soporte y la segunda almohadilla 104 de soporte se colocan a menudo dependiendo del tamaño del tobillo del usuario para apoyarse estrechamente y asegurar el tobillo entre ellas.

Se puede acoplar una placa 120 terminal al miembro 28 de acoplamiento de extremidad para servir como un soporte de pie. La placa 120 terminal incluye un par de pestañas 122 de placa terminal separadas, que se configuran para acoplarse con patrones 126 que se extienden desde un lado posterior del miembro 28 de acoplamiento de extremidad. La placa 120 terminal se puede montar de manera extraíble en el miembro 28 de acoplamiento de extremidad y el dispositivo 10 de ejercicio puede funcionar completamente con o sin la placa 120 terminal.

Con referencia continua a la Figura 2 y referencia adicional a la Figura 3, la celda 96 de carga incluye un extremo 130 proximal y un extremo 132 distal. Entre el extremo 130 proximal y el extremo 132 distal, la celda 96 de carga define una abertura 134. El extremo 130 proximal de la celda 96 de carga se acopla al extremo 94 distal del brazo 82 interior de cualquier manera adecuada, tal como con una serie de sujetadores para acoplar rígidamente el extremo 130 proximal al brazo 82 interior. El extremo 132 distal de la celda 96 de carga se acopla rígidamente al miembro 28 de acoplamiento de extremidad con una serie de sujetadores o tornillos 136. La celda 96 de carga puede ser cualquier celda de carga adecuada, tal como el modelo AZL (número de serie NW020231) de Laumas Elettronica de Italia. La celda 96 de carga se puede configurar para cualquier carga adecuada, tal como 50 kg (aproximadamente 110 lbs). La celda 96 de carga se puede proporcionar con cualquier sensibilidad adecuada, tal como aproximadamente 1,945 mV / V.

En respuesta a la fuerza (o presión) entre la extremidad del usuario y el miembro 28 de acoplamiento de extremidad, tal como en cualquiera de la primera almohadilla 102 de soporte o la segunda almohadilla 104 de soporte, la celda 96 de carga se doblará. Por ejemplo, y como se ilustra en la Figura 3, el extremo 132 distal de la celda 96 de carga se puede doblar con relación al extremo 130 proximal desde la primera posición A hasta la segunda posición B en respuesta a la fuerza que el usuario aplica al segundo soporte 104 cuando el usuario flexiona su pierna, o en respuesta a la presión que el brazo 26 de accionamiento ejerce contra la pierna del usuario en la segunda almohadilla 104 de soporte cuando el brazo 26 de accionamiento extiende la pierna. El extremo 132 distal se puede doblar también en la dirección opuesta a una tercera posición C, tal como cuando el usuario aplica fuerza a la primera almohadilla 102 de soporte cuando el usuario extiende su pierna, o cuando el brazo 26 de accionamiento aplica fuerza a la pierna del usuario en la primera almohadilla 102 de soporte para flexionar la pierna. La distancia en la que la celda 96 de carga se dobla es proporcional a la cantidad de fuerza o presión entre el miembro 28 de acoplamiento de extremidad y la extremidad. La celda 96 de carga produce una salida eléctrica a través del conector 138 representativo de la distancia en la que la celda 96 de carga se dobla, y la cantidad de fuerza o presión entre el miembro 28 de acoplamiento de extremidad y la extremidad.

Con referencia adicional a la Figura 4, se describirán ahora los componentes internos de la carcasa 12. La carcasa incluye generalmente una base 140 y un soporte 142 superior. Hay un motor 144 que se monta en la base 140, una fuente 146 de alimentación, un controlador 148, un transmisor 150 inclinómetro, un sensor 152 de celda de carga y una pluralidad de relés 154. El motor 144 puede ser cualquier motor adecuado para mover el brazo 26 de

accionamiento y para proporcionar resistencia al movimiento del brazo 26 de accionamiento como se describe en este documento. Por ejemplo, el motor puede ser un motor de 3 fases Elektrimax 56C 1800RPM que se monta en el pie de acero laminado. El motor 144 se alimenta mediante la fuente 146 de alimentación, que puede ser cualquier fuente de alimentación adecuada suficiente para alimentar el motor 144. Por ejemplo, la fuente de alimentación puede ser la No. E225775 de Reign Power Co. Ltd. de Taipei, Taiwán. El controlador 148 puede ser cualquier controlador adecuado para controlar el funcionamiento del dispositivo 10 de ejercicio, tal como FlexiLogics FL 010 y FL A0800A de Renu Electronics PVT, Ltd. de India. El sensor 152 de celda de carga puede ser cualquier sensor adecuado para recibir entradas desde la celda 96 de carga, tal como el Bridgesensor Modelo 4710 de Calex de Concord, California.

Un miembro de conexión adecuado, tal como una correa o cadena 160, se extiende desde aproximadamente la base 140 de la carcasa 12 hasta aproximadamente el soporte 142 superior. La cadena 160 se puede conectar directamente a un eje de salida del motor 144, o se puede conectar a un eje de salida de la caja 162 de engranajes en un primer engranaje 164. Desde el primer engranaje 164, la cadena 160 se extiende a un segundo engranaje 166 en el soporte 142 superior. El segundo engranaje 166 se monta en el eje 84 horizontal, que se monta en el soporte 142 superior. Por lo tanto, el motor 144 acciona la cadena 160, que a su vez gira el eje 84 horizontal para girar el brazo 26 de accionamiento que se monta en el eje 84 horizontal. El motor 144 se puede configurar también para resistir el movimiento del brazo 26 de accionamiento a menos que el usuario aplique al brazo 26 de accionamiento una fuerza que se establece previamente. Un eje 168 inclinómetro con un inclinómetro 170 que se une al mismo se monta en el eje 84 horizontal y gira con el eje 84 horizontal. Ya que el brazo 26 de accionamiento se monta en el eje 84 horizontal, la inclinación y el grado de rotación del inclinómetro corresponderán a la posición del brazo 26 de accionamiento. El inclinómetro 170 se conecta al transmisor 150 de inclinómetro para transportar la posición del inclinómetro 170, y por lo tanto también la posición del brazo 26 de accionamiento, al controlador 148. Se puede usar cualquier inclinómetro 170 adecuado, tal como el Modelo 981HE de Vishay Technology, Inc. de Malvern, Pennsylvania.

Como se ilustra en la Figura 1, el brazo 26 de accionamiento se configura para girar entre una posición 180 extendida máxima y una posición 182 máxima flexionada a lo largo de un arco X (que incluye X' y X" como se ilustra). En la posición 180 extendida máxima, el brazo 26 de accionamiento extenderá completamente la pierna del usuario, de modo que tanto la pierna del usuario como el brazo 26 de accionamiento se extienden aproximadamente paralelos a la superficie sobre la que se asientan la carcasa 12 y el asiento 14. Por lo tanto, en la posición máxima extendida a aproximadamente un ángulo de 0°. En la posición 182 máxima flexionada, la pierna del usuario se flexionará hacia adentro. El arco X incluye una porción X' de arco de extensión y una porción X" de arco de flexión. La porción X' de extensión se extiende desde una posición 184 neutral, en la que el brazo 26 de accionamiento es aproximadamente perpendicular a la superficie sobre la que se asienta la carcasa 12 (como se ilustra en la Figura 1), a la posición 180 extendida máxima. En la posición neutral la pierna del usuario se dobla en un ángulo de aproximadamente 90°. La porción X" de flexión se extiende desde la posición 184 neutral hasta la posición 182 máxima flexionada, que puede ser aproximadamente 35° adicionales desde la posición 184 neutral, que colocaría la pierna del usuario en un ángulo de aproximadamente 135°. El rango del arco X de movimiento se proporciona solo a modo de ejemplo, y así el brazo 26 de accionamiento se puede configurar para girar a lo largo de cualquier rango adecuado. La carcasa 12 puede incluir topes duros para el brazo 26 de accionamiento, como una barra que sobresale de la carcasa 12, para evitar que el brazo 26 de accionamiento gire más allá de cada una de la posición 180 extendida máxima y la posición 182 máxima flexionada.

Con referencia adicional a la Figura 5, se ilustra otro dispositivo de ejercicio con el número de referencia 202. El dispositivo 202 de ejercicio incluye una carcasa 204, que generalmente es más pequeña que la carcasa 12 del dispositivo 10 de ejercicio. La carcasa 204 incluye una base 206 con ruedas 208A y 208B que se monta en la misma. El dispositivo 202 de ejercicio es, por lo tanto, un dispositivo portátil que se puede enviar, por ejemplo, al hogar del usuario para uso doméstico. Los componentes internos del dispositivo 202 son similares a los componentes internos del dispositivo 10, y por lo tanto se usan los mismos números de referencia para designar los componentes similares, y la descripción de los componentes similares en relación con la descripción del dispositivo 10 de ejercicio describe también el dispositivo 202 de ejercicio. El dispositivo 202 de ejercicio se ilustra como que incluye una correa 210, pero puede incluir alternativamente la cadena 160 del dispositivo 10, o cualquier otro miembro de transferencia de par adecuado. La correa 210 se ilustra al acoplarse a una primera rueda 212 en la caja 162 de engranajes, pero se puede conectar directamente al motor 144. La correa 210 se acopla también a la segunda rueda 214, la cual, se acopla al eje 84 horizontal para transferir de ese modo el par desde el motor 144 al eje 84 horizontal y el brazo 26 de accionamiento, que se acopla al eje horizontal del dispositivo 202 de ejercicio. Diversos componentes interiores del dispositivo 202 de ejercicio que se asentaban en la base 140 de la carcasa 12 se han movido a un soporte 240 superior del dispositivo 202 de ejercicio, tal como el controlador 148, el sensor 152 de celda de carga, el transmisor 150 de inclinómetro y los relés 154.

Hay una abrazadera 216 que se monta a la correa 210. La abrazadera 216 incluye una primera placa 218 y una segunda placa 220, cada una de las cuales se apoya en partes opuestas de la correa 210. La primera placa 218 se conecta a la segunda placa 220 con un resorte 224. Al menos una de la primera placa 218 y la segunda placa 220 pueden ser en forma de rodillo. El resorte 224 desvía la segunda placa 220 contra la primera placa 218. Por lo tanto,

cuando el motor 144 se detiene y la correa 210 deja de girar, la abrazadera 216 arrastrará la porción de la correa 210 que hace tope con la segunda placa 220 hacia la primera placa, que hará que el brazo 26 de accionamiento gire alejándose de la base de la carcasa 204 hacia la posición 180 extendida máxima. La abrazadera 216 se puede incluir con el dispositivo 10 de ejercicio, particularmente cuando el dispositivo 10 de ejercicio incluye la correa 210.

5 Con referencia a la Figura 6, un método, tal como un método de terapia, de operación del dispositivo 10 de ejercicio, el dispositivo 202 de ejercicio, o cualquier otro dispositivo de ejercicio o terapia adecuado se ilustra generalmente con el número de referencia 302. El método 302 es generalmente un modo pasivo en el cual el usuario no ejerce una fuerza o presión positiva contra el brazo 26 de accionamiento, y por lo tanto no contrae los músculos de sus
10 piernas. Más bien, es el brazo 26 de accionamiento el que mueve la pierna del usuario. Cuanto mayor sea la fuerza o presión que el brazo 26 de accionamiento ejerce contra la pierna, más se extenderá o flexionará la pierna.

En el bloque 304, los parámetros de terapia se configuran para personalizar el método 302. Se pueden configurar una variedad de parámetros diferentes, tales como uno o más de los siguientes: tiempo de terapia, ángulo de extensión del objetivo, ángulo de flexión del objetivo, ángulo de inicio, fuerza máxima de extensión, fuerza máxima de flexión y tiempo de retención. Los parámetros se pueden ingresar usando la pantalla 20, que puede ser una
15 pantalla táctil. Si bien las fuerzas máximas de extensión y flexión se describen generalmente en este documento en términos de "fuerza", se pueden describir también en términos de "presión".

El tiempo de terapia es típicamente el tiempo total en el que se ejercita la extremidad del paciente, tal como aproximadamente 30 minutos. El ángulo de extensión objetivo es el ángulo al que se debe extender la extremidad a lo largo del arco X' lejos de la posición 184 neutral y en la dirección de la posición 180 máxima extendida. Por
20 ejemplo, si el objetivo es enderezar la pierna y mover la pierna a la posición 180 extendida máxima, entonces el ángulo objetivo será 0°. Si el objetivo es extender la pierna hasta aproximadamente la mitad entre la posición 184 neutral, en la que la pierna se dobla a aproximadamente 90°, y la posición 180 máxima extendida, entonces el ángulo de extensión objetivo será de aproximadamente 45°. El ángulo de flexión objetivo es el ángulo con el que se flexionará la extremidad a lo largo del arco X" desde la posición 184 neutral hasta la posición 182 máxima
25 flexionada. Por ejemplo, si el objetivo es flexionar completamente la pierna, entonces el ángulo de flexión objetivo se establecerá en aproximadamente 125° o más. Los ángulos objetivo de extensión y de flexión se pueden determinar evaluando el rango de movimiento de la pierna del usuario. El ángulo de inicio es el ángulo a lo largo del arco X (que se ilustra incluyendo los arcos X' y X") con el que se desea empezar la pierna y el brazo 26 de accionamiento. Por ejemplo, si el brazo 26 de accionamiento va a empezar desde la posición 184 neutral, el ángulo de inicio será de
30 aproximadamente 90°.

La fuerza máxima de extensión es la fuerza o presión máxima que el brazo 26 de accionamiento aplica a la pierna del usuario cuando la pierna del usuario se extiende a lo largo del arco X' de extensión en la dirección de la posición 180 extendida máxima. La fuerza máxima de flexión es la fuerza máxima o presión que el brazo 26 de accionamiento aplica a la pierna del usuario cuando la pierna del usuario se flexiona a lo largo del arco X" de flexión
35 en la dirección de la posición 182 flexionada máxima. Las fuerzas máximas de extensión y de flexión se pueden determinar al evaluar el estado de la pierna del usuario, y particularmente la cantidad de fuerza que la pierna puede soportar sin que el usuario incurra en dolor excesivo. El tiempo de mantenimiento es la cantidad de tiempo que el brazo 26 de accionamiento puede sujetar opcionalmente la pierna en el ángulo objetivo de extensión, el ángulo objetivo de flexión, el punto donde se alcanza la fuerza máxima de extensión, o el punto donde se alcanza la fuerza
40 máxima de flexión.

Después de establecer los parámetros de terapia en el bloque 304, el brazo 26 de accionamiento girará desde el ángulo de inicio que se establece en la dirección de extensión (hacia la posición 180 máxima extendida) o la dirección de flexión (hacia la posición 182 máxima flexionada) para extender o flexionar la pierna en el bloque 306. Si se mueve inicialmente en la dirección de extensión, por ejemplo, el brazo 26 de accionamiento girará lentamente
45 y luego reducirá la velocidad hasta un deslizamiento cuando se alcance el ángulo objetivo de extensión o la fuerza máxima de extensión, tal como se establece en el bloque 308. Al disminuir la velocidad a un deslizamiento, el exceso de fluido, tal como el tejido cicatricial que forma el fluido de fibroblastos, tiene la oportunidad de salir de la articulación de la rodilla. Una vez que se alcanza el ángulo objetivo de extensión o la fuerza máxima de extensión, el brazo 26 de accionamiento mantendrá la pierna en posición en el bloque 310, lo que puede permitir adicionalmente el drenaje de fluido en exceso de la articulación de la rodilla, haciendo de este modo menos probable la acumulación de tejido cicatricial. Después de que ha expirado el tiempo de retención, el brazo 26 de accionamiento girará en la
50 dirección opuesta en el bloque 312, tal como en la dirección de flexión (hacia la posición 182 máxima flexionada), hasta alcanzar el ángulo objetivo de flexión o la fuerza objetivo de flexión. Cuando el brazo 26 de accionamiento se acerca al ángulo objetivo de flexión o a la fuerza máxima, el brazo 26 de accionamiento volverá reducirá la velocidad hasta un deslizamiento y luego mantendrá la pierna en el tiempo de mantenimiento que se establece previamente, para permitir nuevamente que el exceso de fluido salga de la articulación de la rodilla.
55

Con referencia al bloque 314, durante la operación del método 302 se pueden modificar los ángulos objetivo de extensión y de flexión, así como las fuerzas máximas de extensión y flexión, tal como de acuerdo al progreso del usuario. Por ejemplo, cuando la pierna se extiende y se flexiona, el exceso de líquido se drenará de la rodilla y el

tejido cicatricial se descompondrá, lo que aumentará el rango de movimiento de la pierna y aumentará la cantidad de fuerza o presión que el usuario puede soportar. Por lo tanto, se pueden aumentar los ángulos objetivo y la fuerza máxima.

5 La fuerza máxima de extensión y de flexión se mide con la celda 96 de carga. Por ejemplo, cuando el brazo 26 de accionamiento se mueve a la posición 180 máxima extendida, la segunda almohadilla 104 de soporte, que empuja la pierna hacia arriba, aplica fuerza, como presión, al tobillo del usuario, que está entre la primera almohadilla 102 de soporte y la segunda almohadilla 104 de soporte. La fuerza se aplica generalmente en un único punto en una única dirección hacia arriba, hacia la posición 180 máxima extendida. A medida que el brazo 26 de accionamiento se mueve hacia la posición 180 máxima extendida, se debe aplicar más y más fuerza para flexionar la pierna, particularmente cuando el rango de movimiento de la pierna es limitado. Si la resistencia de la pierna a la extensión es lo suficientemente grande, la celda 96 de carga se doblará desde la posición A a la posición B de la Figura 3. La celda 96 de carga transmitirá el grado de curvatura al sensor 152 de celda de carga a través del conector 138, y finalmente el controlador 148. El grado de curvatura es proporcional a la cantidad de fuerza o presión que el brazo 26 de accionamiento aplica. Por lo tanto, al controlar el grado de curvatura de la celda 96 de carga, el controlador 148 puede determinar la cantidad de fuerza o presión que el brazo 26 de accionamiento aplica e identificar cuándo se alcanza la fuerza máxima de extensión. La presión de flexión se controla de manera similar. Cuando el brazo 26 de accionamiento se mueve desde la posición 184 neutral, la primera almohadilla 102 de soporte aplicará fuerza o presión al tobillo, haciendo que la celda 96 de carga se doble en la dirección opuesta a la posición C. Se pueden registrar los resultados del método 302 en el bloque 316.

20 Con referencia a la Figura 7, se ilustra otro método para hacer funcionar un dispositivo de ejercicio, tal como el dispositivo 10 de ejercicio o el dispositivo 202 de ejercicio, por ejemplo, con el número de referencia 350. El método 350 es un modo isotónico activo mediante el cual el usuario contrae los músculos de la pierna en todo el rango de movimiento para mover el brazo 26 de accionamiento, que proporciona resistencia y no se le permitirá moverse mediante el motor a menos que el usuario ejerza suficiente fuerza contra el brazo 26 de accionamiento para alcanzar la fuerza objetivo de extensión o la fuerza objetivo de flexión. Por ejemplo, cuando el usuario mueve el brazo de actuación hacia la posición 180 máxima extendida, se ejercitan los cuádriceps. Cuando el usuario mueve el brazo de accionamiento hacia la posición 182 máxima flexionada, se ejercitan los isquiotibiales. El brazo 26 de accionamiento proporciona de este modo resistencia a la pierna del usuario tanto cuando la pierna se extiende como cuando se flexiona.

30 Con referencia inicial al bloque 352, se establecen los parámetros de la terapia isotónica activa. El tiempo de terapia es el tiempo total del método 350. La fuerza objetivo de extensión es la fuerza que el usuario debe ejercer contra el brazo 26 de accionamiento para hacer que el brazo 26 de accionamiento se mueva hacia la posición 180 máxima extendida. La fuerza objetivo de flexión es la fuerza segura que el usuario debe ejercer contra el brazo 26 de accionamiento para hacer que el brazo 26 de accionamiento se mueva hacia la posición 182 máxima flexionada. El ángulo de inicio es la posición a lo largo del arco X de rotación con la que debe comenzar el brazo 26 de accionamiento. El ángulo máximo de extensión es la distancia máxima que el brazo 26 de accionamiento se extiende a lo largo del arco X' de extensión, desde la posición 184 neutral. El ángulo máximo de flexión es la distancia máxima que debe flexionar el brazo 26 de accionamiento a lo largo del arco X" de flexión hacia la posición 182 máxima flexionada. Los ángulos máximos de extensión y flexión se determinan mediante la distancia máxima que la pierna del usuario se puede extender o flexionar sin que el usuario experimente dolor excesivo.

45 Con referencia al bloque 354, una vez que el usuario aplica suficiente fuerza contra el brazo 26 de accionamiento estacionario, particularmente contra la primera almohadilla 102 de soporte, para alcanzar la fuerza objetivo de extensión que se mide mediante el grado de curvatura de la celda 96 de carga, el brazo 26 de accionamiento se moverá hacia la posición 180 máxima extendida. Siempre que el usuario continúe ejerciendo fuerza en o encima de la fuerza objetivo de extensión, el brazo 26 de accionamiento continuará moviéndose hacia la posición 180 máxima extendida. A medida que el brazo 26 de accionamiento se acerca al ángulo máximo de extensión, el cual, puede estar en la posición 180 máxima extendida o en cualquier otra posición a lo largo del arco X' de extensión, el brazo de accionamiento se puede configurar para aplicar progresivamente fuerza de resistencia a la pierna del usuario para reducir la velocidad del movimiento del brazo 26 de accionamiento hasta un deslizamiento, lo que facilita el drenaje del líquido de la rodilla y descompone el tejido cicatricial. Los cuádriceps del usuario se ejercitarán a medida que el brazo 26 de accionamiento se mueve a lo largo del arco X' de flexión en la dirección de la posición 180 máxima extendida.

55 Con referencia al bloque 356, el usuario ejercita sus isquiotibiales flexionando su pierna y moviendo el brazo 26 de accionamiento hacia la posición 182 máxima flexionada. El brazo 26 de accionamiento continuará moviéndose hacia la posición 182 máxima flexionada hasta el ángulo máximo de flexión siempre que la fuerza que ejerce el usuario sea mayor que la fuerza objetivo de flexión que se mide mediante la celda 96 de carga. En el bloque 358, el brazo 26 de accionamiento disminuirá aún más, tal como un deslizamiento, en cuanto se acerca la presión objetivo y/o el ángulo máximo. Tal como se establece en el bloque 360, la fuerza y los ángulos objetivo de extensión y flexión se pueden modificar durante el método 350 de terapia. Por ejemplo, la fuerza objetivo y los ángulos pueden aumentar a

medida que aumenta el rango de movimiento del usuario. Los resultados de la terapia se pueden registrar en el bloque 362.

5 Con referencia a la Figura 8, se ilustra un método adicional para operar un dispositivo de ejercicio, tal como el dispositivo 10 de ejercicio o el dispositivo 202 de ejercicio, con el número de referencia 402. El método 402 es un método excéntrico activo en el que el brazo 26 de accionamiento se mueve hasta que el usuario aplica suficiente fuerza o presión para detener el brazo 26 de accionamiento o reducir la velocidad del movimiento del brazo 26 de accionamiento hasta un deslizamiento. Para detener o ralentizar el brazo 26 de accionamiento, el usuario debe aplicar fuerza en una dirección opuesta a la dirección de movimiento del brazo 26 de accionamiento.

10 Con referencia inicial al bloque 404, se establecen los parámetros de terapia del método 402. Por ejemplo, se establecen los siguientes parámetros de ejemplo: tiempo de terapia, fuerza de resistencia objetivo de extensión, fuerza de resistencia objetivo de flexión, tiempo de retención objetivo, ángulo máximo de extensión, ángulo máximo de flexión y ángulo de inicio. El tiempo de terapia es el tiempo total del método 402, tal como aproximadamente 30 minutos. La fuerza de resistencia objetivo de extensión es la fuerza que el usuario debe ejercer sobre el brazo 26 de accionamiento para detener o ralentizar el brazo 26 de accionamiento cuando el brazo 26 de accionamiento se mueve hacia la posición 180 máxima extendida para extender la pierna. La fuerza de resistencia objetivo de flexión es la fuerza que el usuario debe ejercer sobre el brazo 26 de accionamiento para detener o ralentizar el brazo 26 de accionamiento cuando el brazo 26 de accionamiento se mueve hacia la posición 182 máxima flexionada. La fuerza de resistencia objetivo se mide mediante la celda 96 de carga. El tiempo de retención objetivo es el período de tiempo objetivo en el que el usuario debe aplicar las fuerzas de resistencia. El ángulo máximo de extensión es la distancia máxima que el brazo 26 de accionamiento recorre a lo largo del arco X' de extensión hacia la posición 180 máxima extendida. El ángulo máximo de flexión es la distancia máxima que el brazo 26 de accionamiento recorre a lo largo del arco X" de flexión hacia la posición 182 máxima flexionada. Los ángulos máximos de extensión y flexión se determinan mediante el rango máximo de movimiento que el usuario puede soportar sin experimentar dolor y/o estrés excesivos.

25 En el bloque 406, la extremidad del usuario se extiende con el brazo 26 de accionamiento. Aunque la extensión de la extremidad se describirá primero, se puede realizar primero la flexión de la extremidad con el brazo 26 de accionamiento en el bloque 412. Con referencia al bloque 408, el brazo 26 de accionamiento se ralentizará o detendrá cuando el usuario aplique una fuerza igual o mayor que la fuerza de resistencia objetivo de extensión. El objetivo del usuario es mantener la fuerza de resistencia objetivo de extensión durante el tiempo de retención objetivo, que se puede visualizar en la pantalla 20, como en forma de un temporizador de cuenta atrás. En el bloque 410, el brazo 26 de accionamiento volverá a su velocidad inicial cuando la fuerza que el usuario aplica está por debajo de la fuerza de resistencia objetivo de extensión, y avanzará al ángulo máximo de extensión. Cuando el brazo 26 de accionamiento avanza al ángulo máximo de extensión, el usuario intentará aplicar de nuevo la fuerza de resistencia objetivo de extensión a intervalos regulares. A medida que el brazo 26 de accionamiento se acerca al ángulo máximo de extensión, se ralentizará y se detendrá cuando alcance el ángulo máximo de extensión.

40 Después de alcanzar el ángulo máximo de extensión, el brazo 26 de accionamiento se invertirá para flexionar la extremidad del usuario, como se establece en el bloque 412. El brazo 26 de accionamiento se ralentizará o se detendrá cuando el usuario aplique una fuerza igual o mayor que la fuerza de resistencia objetivo de flexión, como se expone en el bloque 414. El usuario intentará mantener la fuerza de resistencia objetivo de flexión durante el tiempo de retención objetivo. En el bloque 416, el brazo 26 de accionamiento reanudará su velocidad inicial cuando la fuerza que el usuario aplica está por debajo de la fuerza de resistencia objetivo de flexión, y avanza al ángulo máximo de flexión. Cuando el brazo 26 de accionamiento avanza hasta el ángulo máximo de flexión, el usuario intentará aplicar de nuevo la fuerza de resistencia objetivo de flexión a intervalos regulares. A medida que el brazo 26 de accionamiento se aproxima al ángulo máximo de flexión, se ralentizará y se detendrá cuando alcance el ángulo máximo de flexión. En el bloque 418, se registran los resultados del método 402.

Los resultados que se registran en los bloques 316, 362 y 418 se pueden usar para rastrear el progreso del usuario y para personalizar la terapia futura o el ejercicio que mejor se adapte al usuario. Los resultados se pueden transmitir también a un terapeuta, médico u otro proveedor de atención médica, como por Internet, para que el proveedor de atención médica pueda controlar el progreso del paciente de forma remota.

50 Cada uno de los dispositivos 10 y 202 de ejercicio se puede configurar para proporcionar uno cualquiera o más de los métodos 302, 350 y 402. Por ejemplo, el dispositivo 202 portátil de ejercicio solo podría incluir el método pasivo que se expone con el 302, tal como para reducir costes.

55 Los dispositivos 10 y 202 de ejercicio, así como los métodos 302, 350 y 402 se pueden modificar de cualquier manera adecuada para ejercitar y/o rehabilitar cualquier articulación o extremidad, que incluyen, pero no se limitan a, un codo, un hombro, una cadera, un tobillo, un cuello, dedos, dedos de los pies, brazos, etc.

Los dispositivos 10 y 202 de ejercicio, y los métodos 302, 350 y 402 se pueden incluir no solo en un dispositivo de terapia física para rehabilitar un reemplazo total de rodilla, por ejemplo, sino que se pueden incluir también en una

5 máquina de ejercicio que se encuentra en un gimnasio o área de entrenamiento que se usará para aumentar la fuerza y la resistencia. Por ejemplo, los métodos 302, 250 y 402 se pueden implementar en cualquier máquina de ejercicio con un brazo de accionamiento, tal como al equipar la máquina de ejercicio con la celda 96 de carga en el brazo de accionamiento e incluir con la máquina el motor 144, el inclinómetro 170, el controlador 148, la fuente 146 de alimentación y otros componentes de los dispositivos 10 y 202 de ejercicio.

10 Un dispositivo de ejercicio de ejemplo se ilustra en las Figuras 9A y 9B en forma de una prensa de banco con el número de referencia 502. El banco 502 de prensa incluye generalmente soportes 504 verticales y una barra 506 transversal que se extiende entre ellos. Hay un módulo 508 de control que se monta en la barra 506 transversal. El módulo 508 de control incluye el motor 144, la fuente 146 de alimentación, el controlador 148, el inclinómetro 170 y el sensor 152 de celda de carga para recibir entradas de la celda 96 de carga. Cada uno de estos componentes son generalmente similares a los que se describen anteriormente con los mismos números de referencia. Aunque el módulo 508 de control se ilustra montado en la barra 506 transversal, uno o más componentes del módulo 508 de control se pueden colocar en otra parte, tal como en un piso próximo al banco 502 de prensa.

15 El motor 144 se configura para resistir el movimiento del miembro 510 de accionamiento entre la primera posición de la Figura 9A y la segunda posición de la Figura 9B, así como para resistir el movimiento entre la segunda posición y la primera posición, tal como de acuerdo con el método 350 de la Figura 7. El miembro 510 de accionamiento se ilustra como una barra con una porción 512 vertical que se extiende desde allí. La porción 512 vertical está en cooperación con el módulo 508 de control y el motor 144.

20 La celda 96 de carga se coloca en cualquier ubicación adecuada para poder detectar la fuerza que un usuario sentado o acostado en el asiento 514 aplica al miembro 510 de accionamiento, tal como en el propio miembro 510 de accionamiento. Para que el usuario mueva el miembro 510 de accionamiento desde la primera posición de la Figura 9A hasta la segunda posición de la Figura 9B, el usuario debe tirar del miembro 510 de accionamiento y aplicar suficiente fuerza que se mide mediante la celda 96 de carga para superar una primera fuerza objetivo que entra en el módulo 508 de control, tal como a través de la pantalla 20 que se monta en o cerca del banco 502 de prensa. Cuando el miembro 510 de accionamiento se tira cerca de una primera distancia objetivo, la resistencia que el motor 144 proporciona se puede aumentar para ralentizar el movimiento del miembro 510 de accionamiento, tal como a un deslizamiento, que mejorará el funcionamiento de los músculos del usuario. Cuando el miembro 510 de accionamiento alcanza la primera distancia objetivo, el motor 144 evitará que el miembro 510 de accionamiento se mueva más. El usuario puede entonces devolver el miembro 510 de accionamiento a la primera posición de la Figura 9A empujando hacia arriba y aplicando fuerza suficiente, que se mide mediante la celda 96 de carga, para alcanzar o superar una segunda fuerza objetivo. El motor 144 permitirá que el miembro 510 de accionamiento se mueva hacia arriba a la primera posición de la Figura 9A siempre que el usuario aplique una fuerza igual o mayor que la segunda fuerza objetivo. Cuando el miembro 510 de accionamiento se acerca a la segunda distancia objetivo de la Figura 9A, la resistencia que se proporciona mediante el motor 144 puede aumentar para ralentizar el movimiento del miembro 510 de accionamiento, tal como un deslizamiento, lo que mejorará el funcionamiento de los músculos. Aunque el miembro 510 de accionamiento se ilustra como una barra de accionamiento para un banco de prensa, el miembro 510 de accionamiento puede ser cualquier miembro de accionamiento adecuado para trabajar cualquier parte del cuerpo adecuada, tal como una placa de accionamiento para una prensa de pierna.

40 Los dispositivos 10 y 202 de ejercicio, así como los métodos 302, 350 y 402 difieren en varias formas de las técnicas anteriores de rehabilitación y fortalecimiento de la fuerza, tales como máquinas de movimiento pasivo continuo. Con respecto al modo 302 pasivo, por ejemplo, fijando la fuerza que el brazo 26 de accionamiento aplica por debajo de la tolerancia al dolor del paciente, se puede evitar el dolor excesivo y la tensión adicional en la articulación al permitir que el cuerpo aumente naturalmente el rango de movimiento, tal como al descomponer el tejido cicatricial y permitir que el exceso de líquido drene de la rodilla. La fuerza máxima de flexión y extensión se puede aumentar durante la terapia, y los ángulos máximos de extensión y flexión se pueden establecer fuera del rango de movimiento natural del usuario para permitir un aumento natural y progresivo en el rango de movimiento efectivo del paciente sin exceder el umbral del dolor del paciente, lo cual puede resultar en mejoras más duraderas del rango de movimiento.

50 Ya que la terapia continua de máquinas de movimiento pasivo se limita en su capacidad para aumentar el rango de movimiento, la rehabilitación total de reemplazo de rodilla se realiza a menudo mediante manipulación manual, uno a uno con un fisioterapeuta autorizado. El dispositivo 10 y 202 de ejercicio que se describe en este documento, así como los métodos 302, 350 y 402, proporcionan más precisión y control que la manipulación manual, y requieren una intervención menos directa por cuenta de un terapeuta, que proporciona una manera eficiente y efectiva de rehabilitar pacientes en un entorno hospitalario y ambulatorio al tiempo que permite ganancias significativas en la productividad laboral.

55 La descripción anterior se ha proporcionado con fines de ilustración y descripción. No pretende ser exhaustiva o limitar la divulgación.

REIVINDICACIONES

1. Un método no terapéutico para operar una máquina (10) de ejercicios que comprende:

5 evitar el movimiento de un miembro (26) de accionamiento de máquina de ejercicio en una primera dirección a menos que la fuerza que ejerce una pierna de un usuario contra el miembro (26) de accionamiento sea igual o mayor que una primera fuerza objetivo predeterminada;

10 y evitar el movimiento del miembro (26) de accionamiento en una segunda dirección a menos que la fuerza que ejerce la pierna del usuario contra el miembro (26) de accionamiento sea igual o mayor que una segunda fuerza objetivo predeterminada caracterizada porque el paso de aplicar progresivamente fuerza de resistencia a la pierna del usuario para ralentizar el movimiento del miembro (26) de accionamiento a un deslizamiento cuando el miembro (26) de accionamiento se aproxima a un ángulo máximo de extensión predeterminado.

2. El método de la reivindicación 1, caracterizado porque la fuerza que la pierna ejerce se detecta mediante una celda (96) de carga montada en el miembro (26) de accionamiento.

15 3. El método de la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque aumenta la primera fuerza objetivo y la segunda fuerza objetivo durante el método; y restringe el movimiento en una dirección de extensión más allá del ángulo máximo de extensión predeterminado, y restringe el movimiento en una dirección de flexión más allá de un ángulo máximo de flexión predeterminado.

20 4. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el movimiento del miembro (26) de accionamiento en la primera dirección se evita aplicando con un motor (144) al miembro (26) de accionamiento una fuerza que es opuesta a una dirección de extensión; y en el que el movimiento del miembro (26) de accionamiento en la segunda dirección se evita aplicando con un motor al miembro (26) de accionamiento una fuerza que es opuesta a una dirección de flexión.

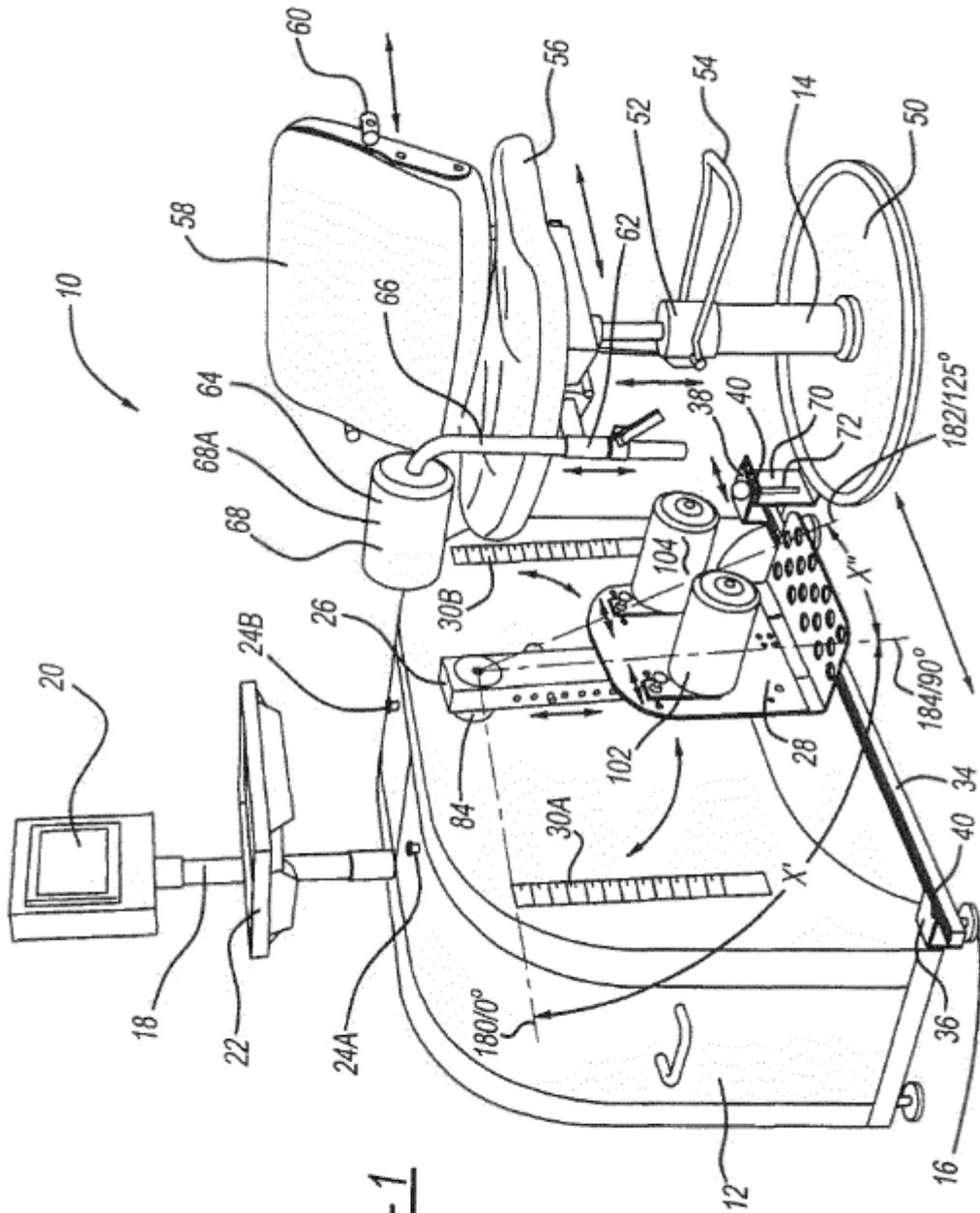
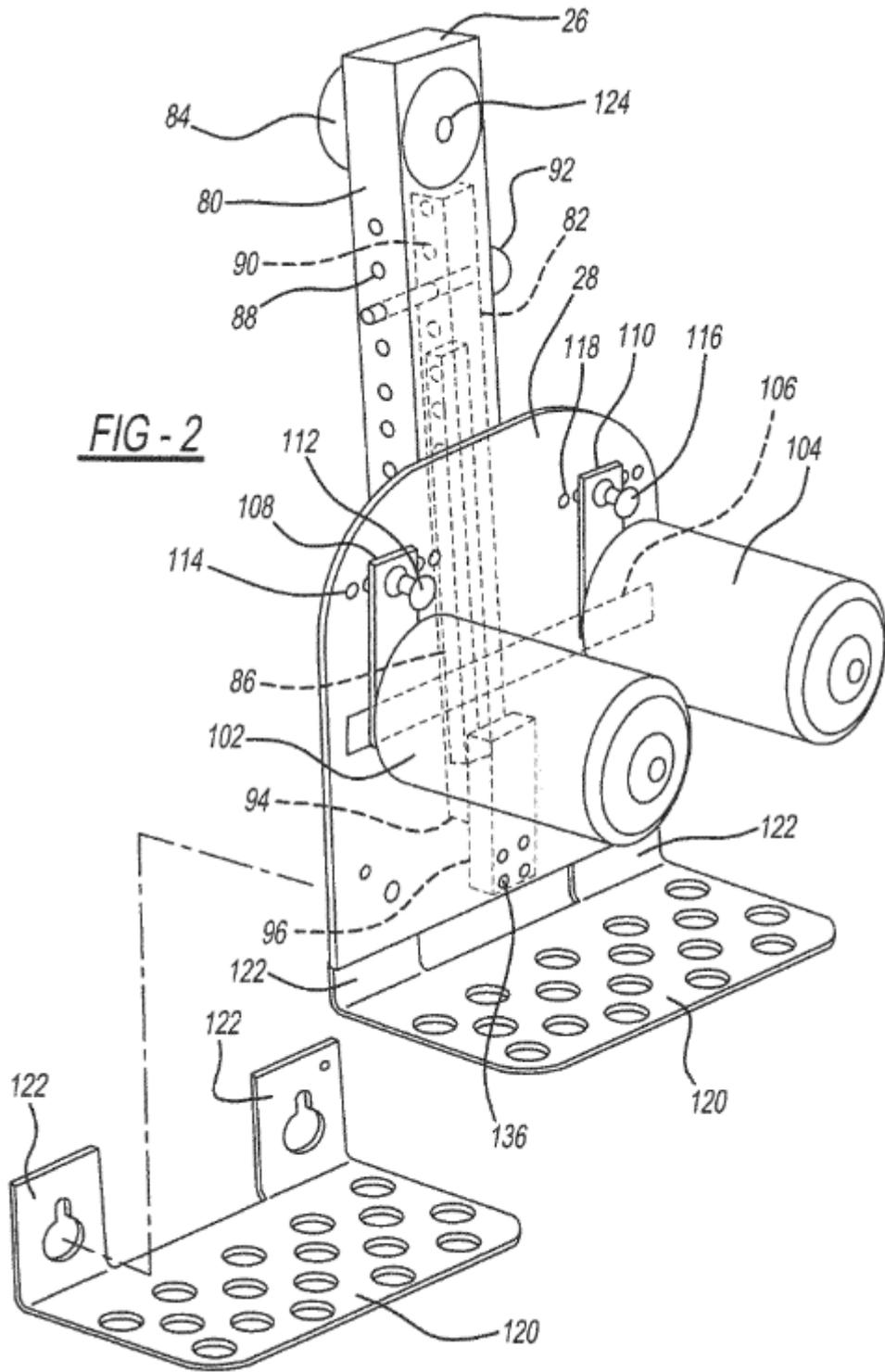
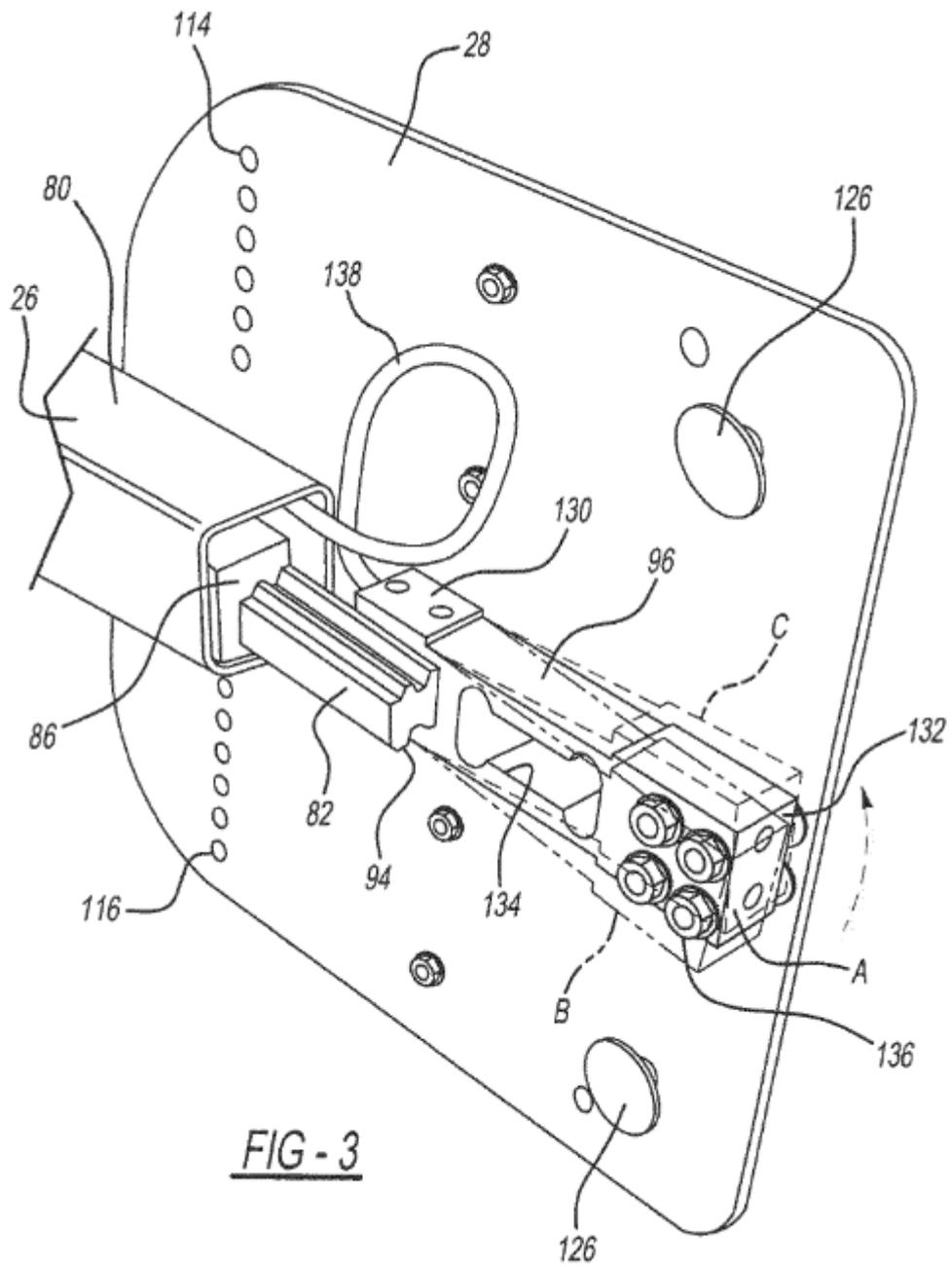
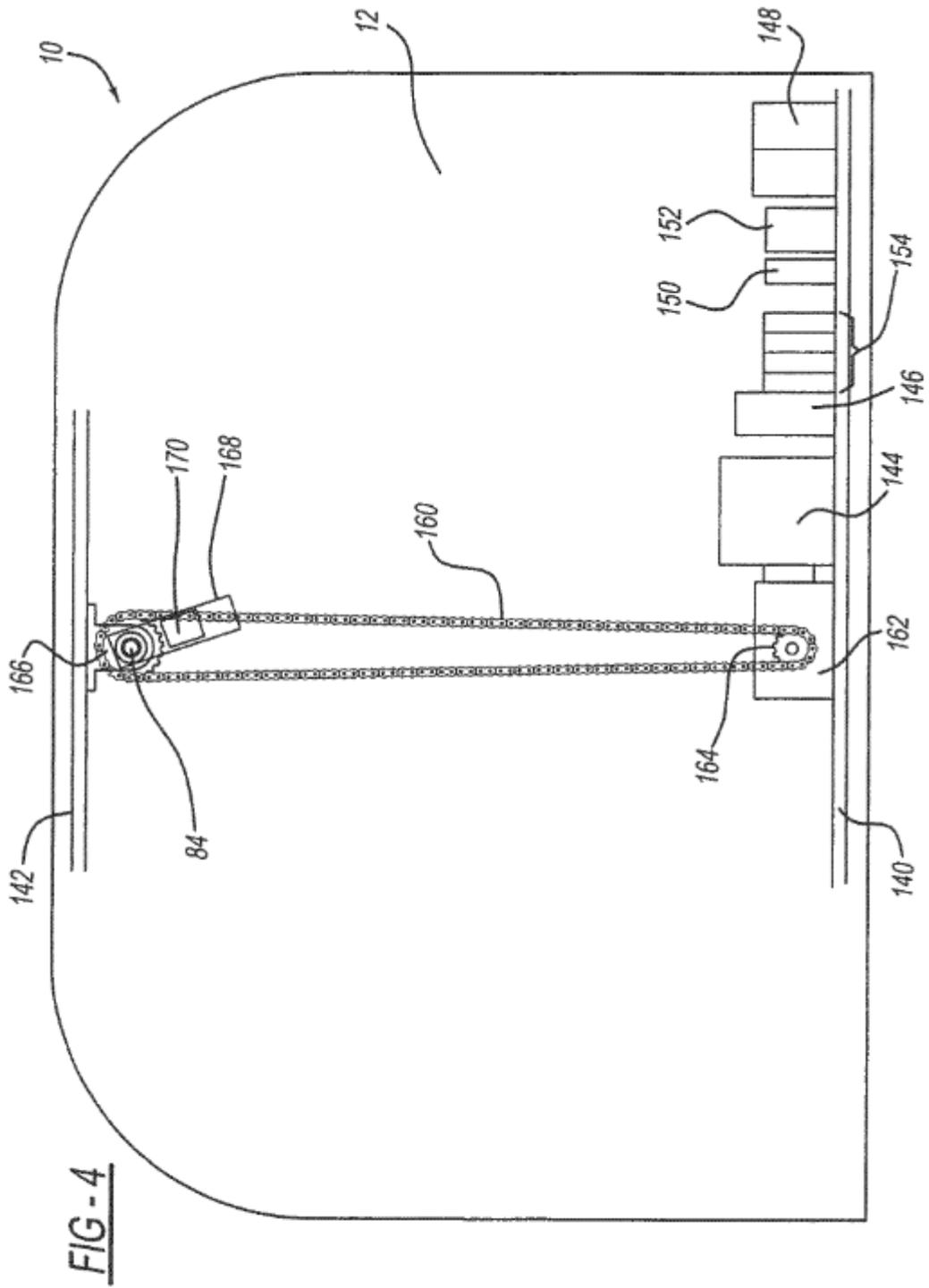
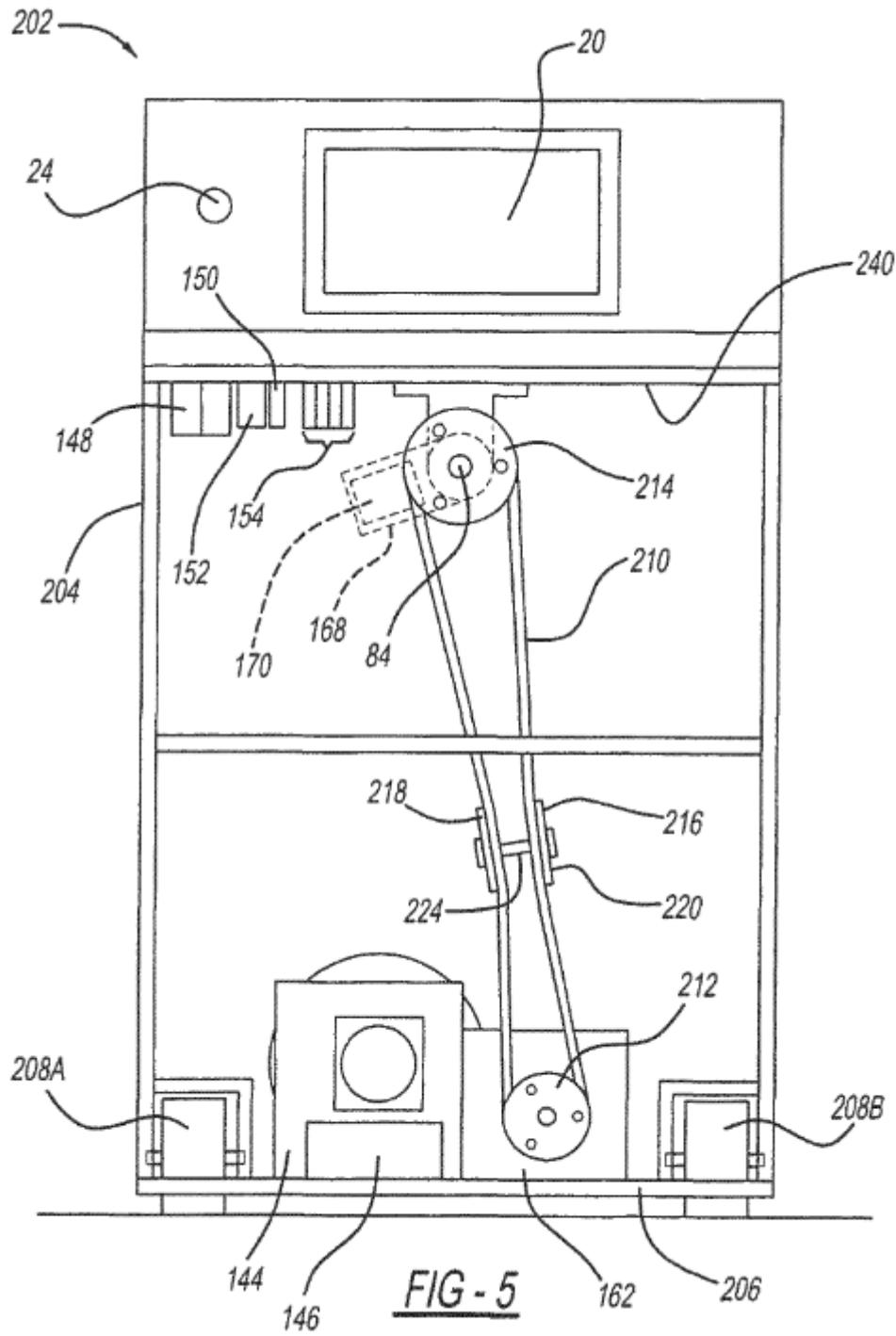


FIG-1









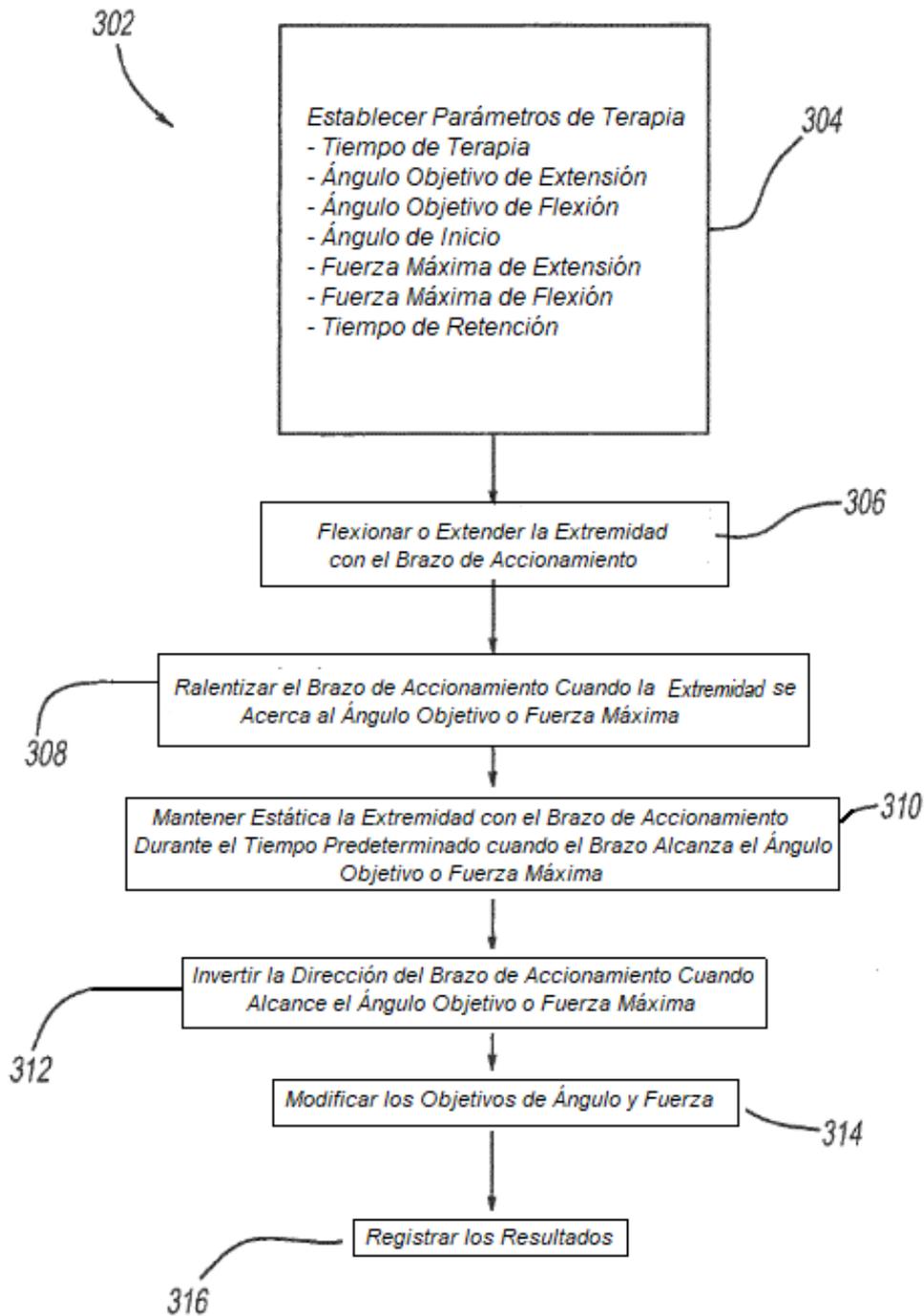


FIG - 6

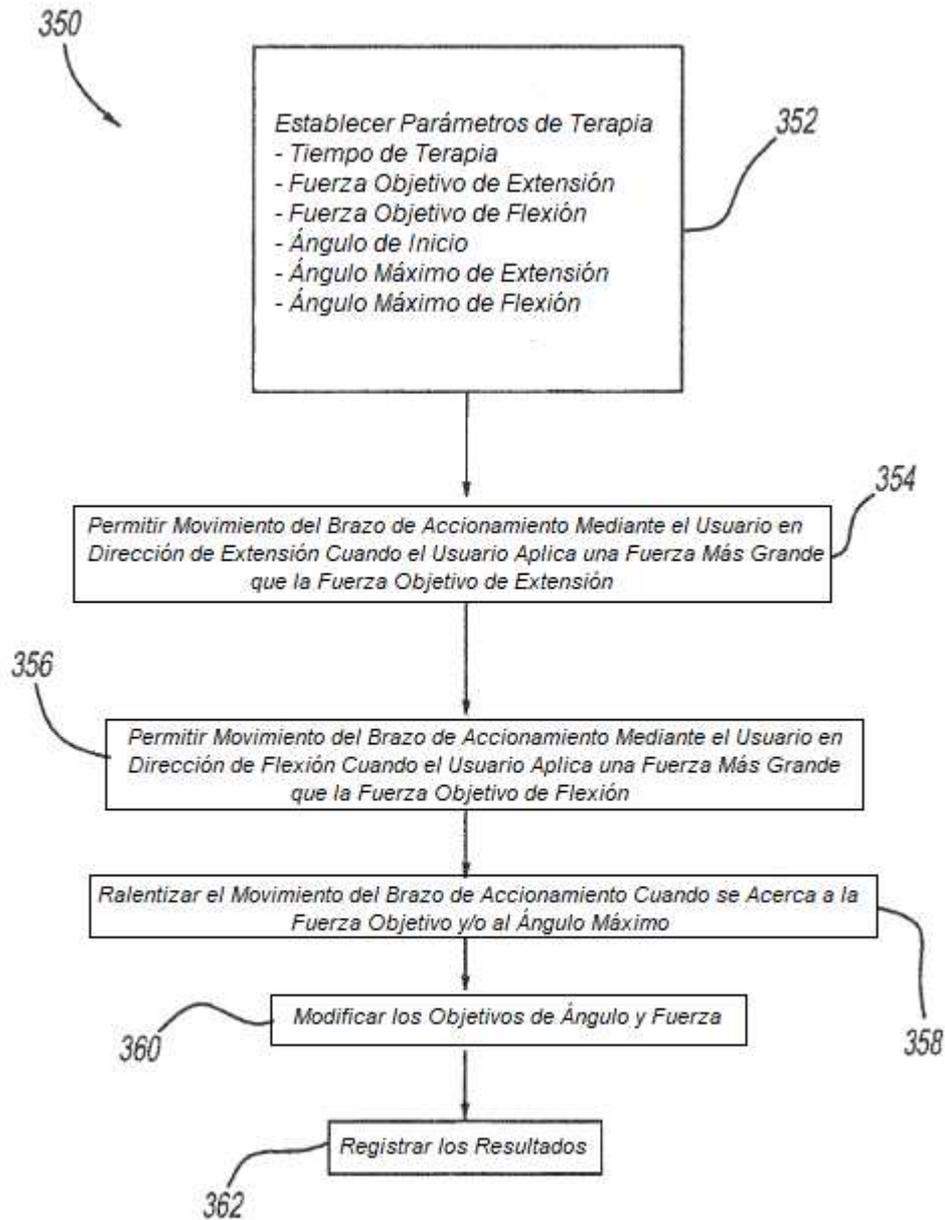


FIG - 7

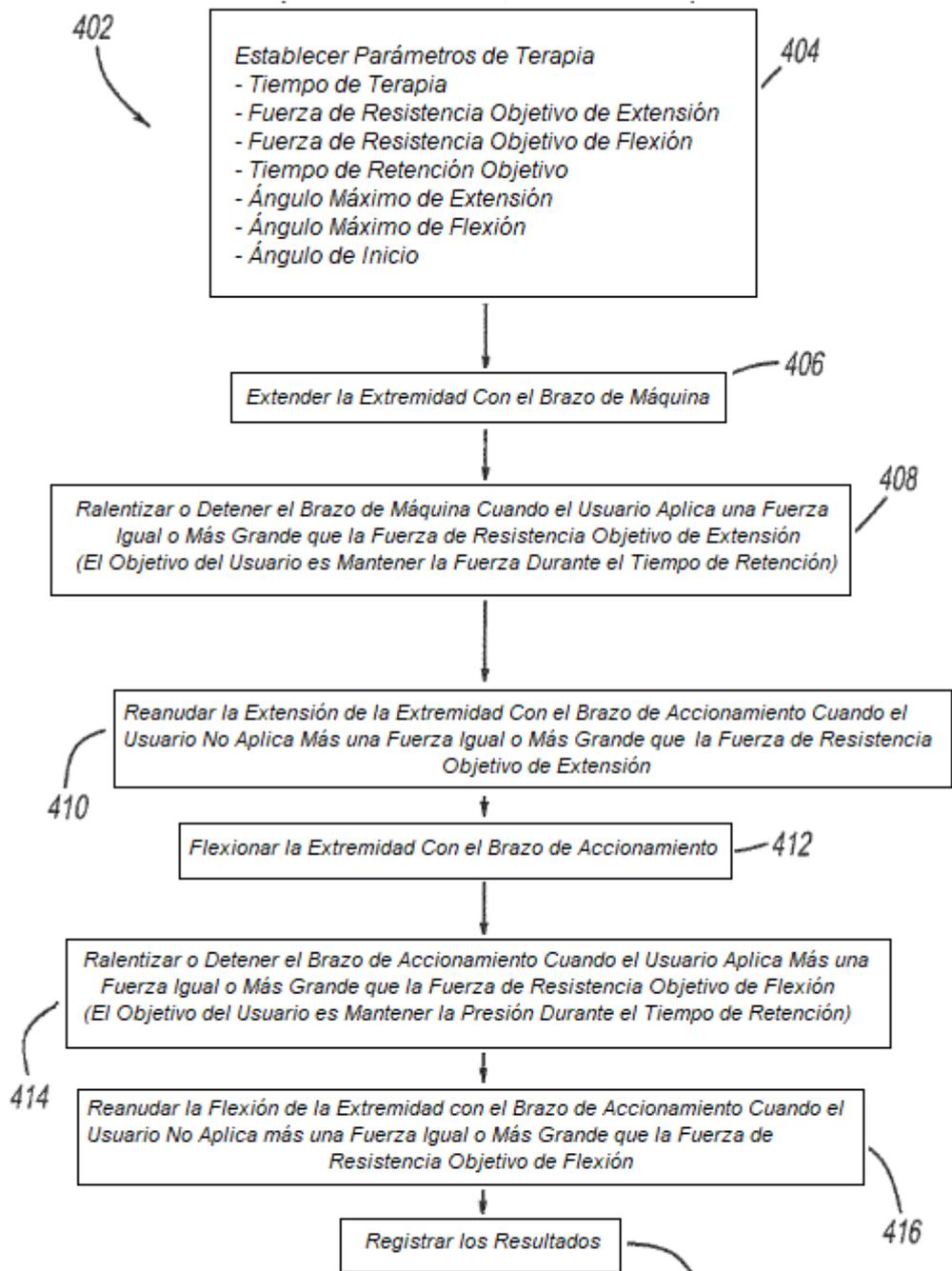


FIG - 8

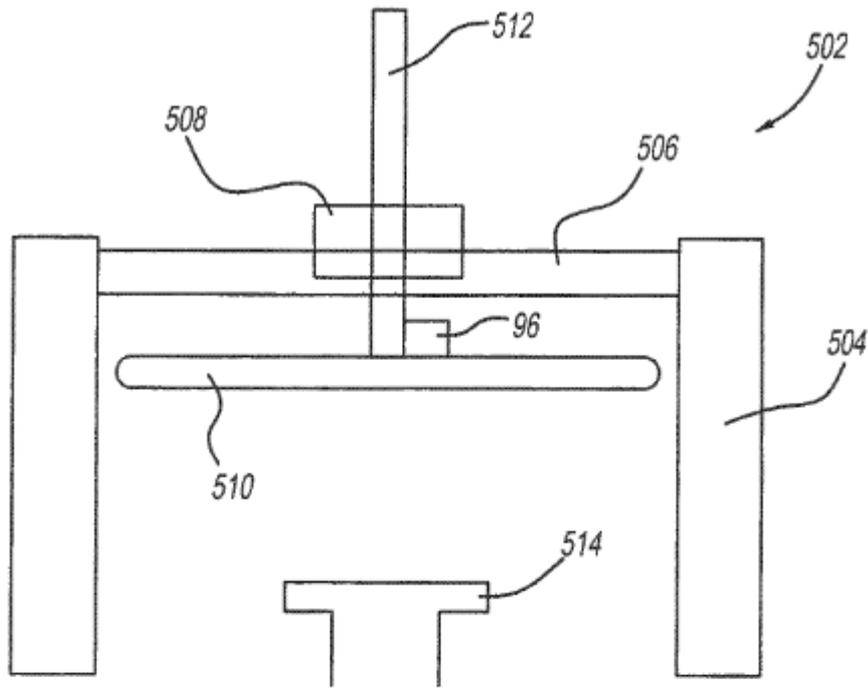


FIG - 9A

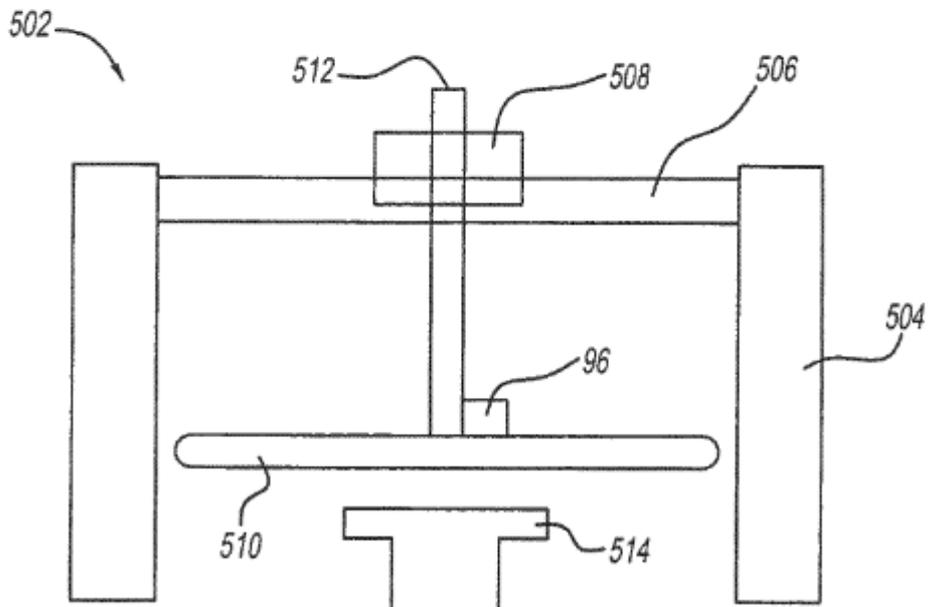


FIG - 9B