

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 671 971**

51 Int. Cl.:

B25J 3/00 (2006.01)

A61H 1/02 (2006.01)

B25J 9/00 (2006.01)

A61B 90/60 (2006.01)

A61B 90/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.12.2013 PCT/US2013/074220**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.06.2014 WO14093408**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.12.2013 E 13862698 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.03.2018 EP 2931484**

54 Título: **Sistemas de soporte de brazo adaptativos y métodos de uso**

30 Prioridad:

11.12.2012 US 201261735894 P

17.09.2013 US 201361879088 P

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

11.06.2018

73 Titular/es:

ENHANCE TECHNOLOGIES, LLC (100.0%)

9540 Waples Street Suite F

San Diego, CA 92121, US

72 Inventor/es:

DOYLE, MARK C.

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 671 971 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

Sistemas de soporte de brazo adaptativos y métodos de uso

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a sistemas, dispositivos y métodos para soportar los brazos de un usuario, por ejemplo, a sistemas de soporte de brazo adaptativos que soportan uno o ambos brazos del usuario, permitiendo al mismo tiempo el movimiento sustancialmente libre, por ejemplo, para que el usuario pueda realizar una o varias tareas durante períodos de tiempo prolongados con uno o ambos brazos extendidos.

Antecedentes

Numerosas tareas requieren que las personas trabajen con los brazos estirados. Los ejemplos incluyen la cirugía, la odontología, la pintura, el lavado de platos y el montaje de productos. Las personas que realizan tales actividades pueden experimentar fatiga por esfuerzos musculares prolongados necesarios para resistir la fuerza de la gravedad en los brazos con el fin de mantenerlos extendidos. Las personas débiles o incapacitadas pueden experimentar fatiga al realizar tareas diarias. Los apoyabrazos estáticos de sillas y plataformas de trabajo solamente son efectivos si la tarea se realiza dentro de una zona relativamente restringida, por ejemplo, en un teclado de ordenador. Los apoyabrazos estáticos no son de ayuda para la realización de tareas que implican un rango de movimiento más grande.

Así, se necesita un apoyabrazos adaptativo o sistema de soporte de brazos que puedan aliviar la fatiga que experimentan las personas al realizar tareas que implican rangos de movimiento de moderados a grandes.

La forma en dos partes de la reivindicación 1 se basa en US 2012/0184880 A1.

Resumen

La presente invención se refiere a sistemas, dispositivos y métodos para soportar los brazos de un usuario, por ejemplo, a sistemas o dispositivos adaptativos de soporte de brazo que soportan uno o ambos brazos del usuario, permitiendo al mismo tiempo el movimiento sustancialmente libre, por ejemplo, para permitir que el usuario realice una o varias tareas durante periodos de tiempo prolongados con uno o ambos brazos extendidos.

La invención se define en las reivindicaciones 1 y 15. Se definen realizaciones preferidas en las reivindicaciones dependientes.

Según una realización, se facilita un sistema para soportar un brazo de un usuario que incluye un arnés configurado para ser llevado puesto en el cuerpo del usuario; un soporte de brazo acoplado al arnés configurado para soportar un brazo del usuario, estando configurado el soporte de brazo para acomodar el movimiento del brazo al mismo tiempo que sigue el movimiento sin interferir sustancialmente con el movimiento del brazo del usuario; y uno o varios elementos de compensación acoplados al soporte de brazo para aplicar una fuerza de compensación para compensar al menos parcialmente una fuerza gravitacional que actúa en el brazo cuando el usuario se mueve y el soporte de brazo sigue el movimiento del brazo del usuario, proporcionando el elemento o los varios elementos de compensación un perfil de fuerza que varía la fuerza de compensación en base a una orientación del soporte de brazo.

En una realización ejemplar, el soporte de brazo puede incluir una ménsula de brazo incluyendo un apoyabrazos en su primer extremo, y un segundo extremo acoplado pivotantemente al arnés de tal manera que la ménsula de brazo pueda pivotar alrededor de múltiples ejes con relación al arnés. El elemento o los varios elementos de compensación pueden incluir uno o varios elementos, por ejemplo, un elemento elástico, montado en la ménsula de brazo.

Además o alternativamente, el soporte de brazo puede incluir un primer segmento de soporte de brazo acoplado pivotantemente al arnés alrededor de un primer eje vertical de tal manera que el primer segmento de soporte de brazo sea rotativo de forma sustancialmente horizontal alrededor del primer eje vertical con relación al arnés; y un segundo segmento de soporte de brazo acoplado pivotantemente al primer segmento de soporte de brazo de tal manera que el segundo segmento de soporte de brazo sea rotativo alrededor de un segundo eje generalmente ortogonal al primer eje vertical. Opcionalmente, el segundo segmento de soporte de brazo puede incluir un apoyabrazos configurado para soportar una porción de un brazo del usuario y/o un elemento elástico montado en el segundo segmento de soporte de brazo.

Según otra realización, se facilita un sistema para soportar un brazo de un usuario que incluye un arnés configurado para ser llevado puesto en el cuerpo del usuario; un soporte de brazo acoplado al arnés configurado para soportar un brazo del usuario, incluyendo el soporte de brazo una ménsula de brazo incluyendo un apoyabrazos en su primer extremo, y un segundo extremo acoplado pivotantemente al arnés de tal manera que la ménsula de brazo

5 pueda pivotar alrededor de múltiples ejes para acomodar el movimiento del brazo del usuario al mismo tiempo que sigue el movimiento sin interferir sustancialmente con el movimiento del brazo del usuario; y uno o varios elementos de compensación montados en la ménsula de brazo para compensar al menos parcialmente una fuerza gravitacional que actúa en el brazo del usuario cuando el usuario se mueve y la ménsula de brazo sigue el movimiento del brazo del usuario. Opcionalmente, el soporte de brazo puede incluir una ménsula de bisagra acoplada pivotantemente al arnés alrededor de un primer eje vertical de tal manera que la ménsula de bisagra sea rotativa de forma sustancialmente horizontal alrededor del primer eje vertical con relación al arnés, y donde el segundo extremo de la ménsula de brazo está acoplado pivotantemente a la ménsula de bisagra de tal manera que la ménsula de brazo sea rotativa alrededor de un segundo eje generalmente ortogonal al primer eje vertical.

10 Según otra realización, se facilita un sistema para soportar un brazo de un usuario que incluye un arnés configurado para ser llevado puesto en el cuerpo de un usuario, incluyendo el arnés un arnés de hombro configurado para ser llevado puesto sobre o alrededor de uno o ambos hombros del usuario, una correa de abdomen configurada para ser llevada puesta alrededor de la cintura o las caderas del usuario, y uno o varios elementos de soporte que se extienden entre el arnés de hombro y la correa de abdomen; un soporte de brazo acoplado al arnés configurado para soportar un brazo del usuario, estando configurado el soporte de brazo para acomodar el movimiento del brazo al mismo tiempo que sigue el movimiento sin interferir sustancialmente con el movimiento del brazo del usuario; uno o varios elementos de compensación montados en la ménsula de brazo para compensar al menos parcialmente una fuerza gravitacional que actúa en el brazo del usuario cuando el usuario se mueve y la ménsula de brazo sigue el movimiento del brazo del usuario; y una ménsula de transferencia de carga acoplada a la correa de abdomen para enganchar una estructura externa para transferir fuerzas del sistema a la estructura externa.

15 Según otra realización, se facilita un sistema para soportar un brazo de un usuario que incluye un arnés configurado para ser llevado puesto en el cuerpo de un usuario, incluyendo el arnés un arnés de hombro configurado para ser llevado puesto sobre o alrededor de uno o ambos hombros del usuario, una correa de abdomen configurada para ser llevada puesta alrededor de la cintura o las caderas del usuario, y uno o varios elementos de soporte que se extienden entre el arnés de hombro y la correa de abdomen; y un apoyacabeza, por ejemplo, un apoyabarbilla y/o un apoyafrente en el arnés. Opcionalmente, el sistema también puede incluir un soporte de brazo acoplado al arnés configurado para soportar un brazo del usuario, estando configurado el soporte de brazo para acomodar el movimiento del brazo al mismo tiempo que sigue el movimiento sin interferir sustancialmente con el movimiento del brazo del usuario; y uno o varios elementos de compensación montados en la ménsula de brazo para compensar al menos parcialmente una fuerza gravitacional que actúa en el brazo del usuario cuando el usuario se mueve y la ménsula de brazo sigue el movimiento del brazo del usuario. El elemento o los varios elementos de compensación pueden estar configurados para proporcionar un perfil de fuerza que varía la fuerza de compensación en base a una orientación del soporte de brazo.

20 Según otra realización, se facilita un método para soportar un brazo de un usuario durante una o más tareas que incluye colocar un arnés en el usuario, incluyendo el arnés un soporte de brazo móvil con relación al arnés e incluyendo un apoyabrazos; soportar una porción del brazo del usuario usando el soporte de brazo de tal manera que el soporte de brazo siga posteriormente el movimiento del brazo del usuario; y realizar una o más tareas que implican el movimiento del brazo del usuario, incluyendo el soporte de brazo uno o varios elementos de compensación que aplican una fuerza de compensación para compensar al menos parcialmente una fuerza gravitacional que actúa en el brazo cuando el usuario se mueve sin interferir sustancialmente en el movimiento, proporcionando el elemento o los varios elementos de compensación un perfil de fuerza que varía la fuerza de compensación en base a una orientación del soporte de brazo.

25 En realizaciones ejemplares, el soporte de brazo puede incluir un primer segmento de soporte de brazo acoplado pivotantemente al arnés, y realizar una o más tareas puede incluir girar el brazo del usuario de forma sustancialmente horizontal, girando libremente el primer segmento de soporte de brazo alrededor de un primer eje vertical con relación al arnés para seguir el movimiento del brazo del usuario. El soporte de brazo también puede incluir un segundo segmento de soporte de brazo acoplado pivotantemente al primer segmento de soporte de brazo, y realizar una o más tareas puede incluir subir y bajar el brazo del usuario, girando el segundo segmento de soporte de brazo alrededor de un segundo eje generalmente ortogonal al primer eje vertical para seguir el movimiento del brazo del usuario.

30 Según otra realización, se facilita un método para soportar un brazo de un usuario durante una o varias tareas que incluye colocar un arnés en el usuario, incluyendo el arnés un soporte de brazo móvil con relación al arnés e incluyendo un apoyabrazos; fijar una correa de abdomen del arnés alrededor de la cintura o las caderas del usuario; enganchar una ménsula de transferencia de carga en la correa de abdomen con una estructura externa; soportar una porción del brazo del usuario usando el apoyabrazos de tal manera que el soporte de brazo siga posteriormente el movimiento del brazo del usuario; y realizar una o más tareas que implican el movimiento del brazo del usuario, incluyendo el soporte de brazo uno o varios elementos de compensación que aplican una fuerza de compensación para compensar al menos parcialmente una fuerza gravitacional que actúa en el brazo cuando el usuario se mueve sin interferir sustancialmente en el movimiento, transfiriendo la ménsula de transferencia de carga fuerzas desde el arnés a la estructura externa.

5 Según otra realización, se facilita un sistema para soportar la cabeza del usuario que incluye un arnés configurado para ser llevado puesto en el cuerpo del usuario, incluyendo el arnés un arnés de hombro configurado para ser llevado puesto sobre o alrededor de uno o ambos hombros del usuario, una correa de abdomen configurada para ser llevada puesta alrededor de la cintura o las caderas del usuario; y un apoyacabeza incluyendo una ménsula de soporte incluyendo un primer extremo unido al arnés y un segundo extremo dispuesto adyacente a la frente del usuario cuando el usuario lleva puesto el arnés, y un elemento de apoyo acoplado al segundo extremo de la ménsula de soporte de tal manera que el elemento de apoyo se extienda a través de la frente del usuario cuando el arnés se lleva puesto para soportar la frente del usuario. Opcionalmente, el sistema también puede incluir un apoyabarbilla montado en el arnés en una posición de tal manera que el apoyabarbilla se extienda a través de la barbilla del usuario cuando el arnés se lleve llevado puesto para soportar la barbilla del usuario. Si se desea, la ménsula de soporte puede ser ajustable de tal manera que el elemento de apoyo sea móvil a una posición que se extiende a través de la barbilla del usuario cuando el arnés se lleva puesto para soportar la barbilla del usuario y/o puede ser extraíble.

15 Según otra realización, se facilita un sistema para soportar un brazo de un usuario que incluye un arnés configurado para ser llevado puesto en el cuerpo del usuario, incluyendo el arnés un arnés de hombro configurado para ser llevado puesto sobre o alrededor de uno o ambos hombros y en la espalda del usuario, una correa de abdomen configurada para ser llevada puesta alrededor de la cintura o las caderas del usuario, uno o varios elementos de soporte que se extienden entre el arnés de hombro y la correa de abdomen, y un elemento de soporte de hombro incluyendo un primer extremo fijado sustancialmente al arnés de hombro en una posición detrás de la espalda del usuario y un segundo extremo fijado sustancialmente encima del hombro del usuario; un soporte de brazo acoplado al arnés configurado para soportar un brazo del usuario, estando configurado el soporte de brazo para acomodar el movimiento del brazo al mismo tiempo que sigue el movimiento sin interferir sustancialmente con el movimiento del brazo del usuario, incluyendo el soporte de brazo: un primer segmento de soporte de brazo acoplado pivotantemente al segundo extremo del elemento de soporte de hombro de tal manera que el primer segmento de soporte de brazo sea rotativo de forma sustancialmente horizontal alrededor de un primer eje vertical con relación al elemento de soporte de hombro; un segundo segmento de soporte de brazo acoplado pivotantemente al primer segmento de soporte de brazo de tal manera que el segundo segmento de soporte de brazo sea rotativo alrededor de un segundo eje generalmente ortogonal al primer eje vertical; y uno o varios elementos de compensación para compensar al menos parcialmente una fuerza gravitacional que actúa en el brazo del usuario cuando el usuario se mueve y la ménsula de brazo sigue el movimiento del brazo del usuario.

35 En cualquiera de las realizaciones de la invención, se puede disponer un apoyabrazos en el apoyabrazos, por ejemplo, en el segundo segmento de soporte de brazo, conformado para recibir un brazo del usuario. Opcionalmente, el apoyabrazos puede ser pivotable con relación al segundo segmento de soporte de brazo y/o el apoyabrazos puede ser móvil a lo largo de un eje longitudinal del segundo segmento de soporte de brazo para ajustar la posición axial del apoyabrazos. Opcionalmente, se puede facilitar un soporte de antebrazo, por ejemplo, acoplado pivotantemente al segundo segmento de soporte de brazo, para soportar un antebrazo del usuario.

40 Según otra realización, se facilita un sistema para soportar un brazo de un usuario que incluye un arnés configurado para ser llevado puesto en el cuerpo del usuario; un soporte de brazo acoplado al arnés configurado para soportar un brazo del usuario, estando configurado el soporte de brazo para acomodar el movimiento del brazo al mismo tiempo que sigue el movimiento sin interferir sustancialmente con el movimiento del brazo del usuario; y uno o varios elementos de compensación acoplados al soporte de brazo para aplicar una fuerza de compensación para compensar al menos parcialmente una fuerza gravitacional que actúa en el brazo cuando el usuario mueve el brazo y el soporte de brazo sigue el movimiento del brazo del usuario, incluyendo el elemento o los varios elementos de compensación un elemento elástico montado en el arnés dentro de un alojamiento de elemento elástico en una posición adyacente a la espalda del usuario cuando el usuario lleva puesto el arnés y un cable acoplado entre el elemento elástico y el soporte de brazo.

50 Según otra realización, se facilita un método para soportar un usuario durante una o varias tareas que incluye colocar un arnés en el usuario, incluyendo el arnés un soporte de cabeza que se extiende en la parte delantera de la cabeza del usuario sin obstruir sustancialmente la visión del usuario; contactar una porción de la cabeza del usuario, por ejemplo, la frente del usuario y/o la barbilla, usando un apoyacabeza del soporte de cabeza; y realizar una o más tareas, soportando el apoyacabeza la cabeza del usuario durante la realización de una o varias tareas. Opcionalmente, el arnés también puede incluir un soporte de brazo móvil con relación al arnés e incluyendo un apoyabrazos, y el método puede incluir además soportar una porción del brazo del usuario usando el soporte de brazo de tal manera que el soporte de brazo siga posteriormente el movimiento del brazo del usuario; y realizar una o varias tareas que implican el movimiento del brazo del usuario, incluyendo el soporte de brazo uno o varios elementos de compensación que aplican una fuerza de compensación para compensar al menos parcialmente una fuerza gravitacional que actúa en el brazo cuando el usuario se mueve sin interferir sustancialmente en el movimiento, proporcionando el elemento o los varios elementos de compensación un perfil de fuerza que varía la fuerza de compensación en base a una orientación del soporte de brazo.

65 Otros aspectos y características de la presente invención serán evidentes por la consideración de la descripción siguiente tomada en unión con los dibujos acompañantes.

Breve descripción de los dibujos

- 5 Se apreciará que el aparato ejemplar representado en los dibujos no se representa necesariamente a escala, recalándose en cambio que ilustra los varios aspectos y elementos de las realizaciones ilustradas.
- La figura 1 es una vista en perspectiva posterior de la parte superior del cuerpo de un usuario que trabaja con el brazo derecho extendido.
- 10 La figura 2 es una vista en perspectiva frontal de una realización ejemplar de un sistema adaptativo de soporte de brazo que puede llevar puesto el usuario, tal como el usuario de la figura 1.
- La figura 3A es una vista en perspectiva posterior del sistema adaptativo de soporte de brazo de la figura 2 llevado puesto por un usuario y soportando el brazo extendido del usuario. La figura A es un detalle del sistema de la figura 3A.
- 15 Las figuras 3B y 3C son vistas superiores del sistema adaptativo de soporte de brazo de la figura 2 llevado puesto por un usuario y soportando el brazo extendido del usuario cuando el usuario mueve horizontalmente el brazo soportado.
- 20 Las figuras 3D y 3E son vistas laterales del sistema adaptativo de soporte de brazo de la figura 2 llevado puesto por un usuario y soportando el brazo extendido del usuario cuando el usuario mueve verticalmente el brazo soportado.
- La figura 4A es una vista lateral del sistema adaptativo de soporte de brazo de la figura 2.
- 25 Las figuras 4B y 4C son esquemas de elementos del sistema adaptativo de soporte de brazo de la figura 2, que representan vectores de carga cuando el sistema se mueve verticalmente.
- Las figuras 5A-5E son vistas en perspectiva posterior del sistema adaptativo de soporte de brazo de la figura 2 llevado puesto por un usuario, las cuales representan una secuencia de posiciones del brazo soportado del usuario usado para aparcar el sistema. Las figuras B-D son detalles del sistema representado en las figuras 5C-5E, respectivamente.
- 30 Las figuras 6A y 6B son vistas en perspectiva posterior de otra realización ejemplar de un sistema adaptativo de soporte de brazo llevado puesto por un usuario y soportando el brazo extendido del usuario cuando el usuario mueve verticalmente el brazo soportado. Las figuras E y F son detalles del sistema de las figuras 6A y 6B, respectivamente.
- 35 Las figuras 6C y 6D son esquemas de elementos del sistema adaptativo de soporte de brazo de las figuras 6A y 6B, que representan vectores de soporte cuando el sistema se mueve verticalmente.
- Las figuras 7A y 7B son vistas laterales de otra realización ejemplar de un sistema adaptativo de soporte de brazo con un apoyabrazos del sistema moviéndose verticalmente.
- 45 Las figuras 8A y 8B son vistas laterales de otra realización ejemplar de un sistema adaptativo de soporte de brazo con un apoyabrazos del sistema moviéndose verticalmente.
- Las figuras 9A y 9B son vistas laterales del sistema adaptativo de soporte de brazo de la figura 2 con un apoyabrazos del sistema movido verticalmente hacia arriba.
- 50 Las figuras 10A y 10B son vistas frontales en perspectiva del sistema adaptativo de soporte de brazo de la figura 2 con un eje de pivote del sistema girando alrededor de un eje vertical.
- Las figuras 11A y 11B son vistas frontales en perspectiva del sistema adaptativo de soporte de brazo de la figura 2 con un poste de soporte del sistema girando alrededor de un eje horizontal.
- 55 Las figuras 12A y 12B son vistas en perspectiva posterior de otra realización de un sistema adaptativo de soporte de brazo con un apoyabrazos del sistema moviéndose verticalmente. Las figuras G y H son detalles del sistema representado en las figuras 12A y 12B, respectivamente.
- 60 Las figuras 13A y 13B son vistas en perspectiva frontal y posterior, respectivamente, de otra realización de un sistema adaptativo de soporte de brazo que el usuario lleva puesto soportando ambos brazos del usuario.
- 65 Las figuras 14A y 14B son vistas en perspectiva frontal y posterior, respectivamente, del sistema adaptativo de soporte de brazo de las figuras 13A y 13B.

Las figuras 14C y 14D son vistas laterales del sistema adaptativo de soporte de brazo de las figuras 13A y 13B con una cubierta quitada para mostrar componentes internos de un mecanismo de empuje del sistema.

La figura 15 no se usa.

5 La figura 16A incluye vistas lateral y de extremo de una realización ejemplar de una polea secundaria asimétrica para el mecanismo de empuje representado en las figuras 14C y 14D.

La figura 16B es una vista en sección transversal de la polea secundaria de la figura 16A.

10 La figura 16C es un gráfico que representa momentos ejemplares que se logran usando la polea secundaria de la figura 16A en el mecanismo de empuje de las figuras 14C y 14D.

15 La figura 17A incluye vistas lateral y de extremo de una realización ejemplar alternativa de una polea secundaria asimétrica para el mecanismo de empuje representado en las figuras 14C y 14D.

La figura 17B es una vista en sección transversal de la polea secundaria de la figura 17A.

20 La figura 17C es un gráfico que representa momentos ejemplares que se logran usando la polea secundaria de la figura 17A en el mecanismo de empuje de las figuras 14C y 14D.

La figura 18 es una vista en perspectiva frontal del sistema de las figuras 14A y 14B, que representa una disposición ejemplar de las fuerzas que actúan en el sistema durante el uso.

25 Las figuras 19A y 19B son vistas frontales en perspectiva del sistema de las figuras 14A y 14B, que representan la rotación de un soporte de brazo del sistema girado alrededor de un eje vertical.

Las figuras 19C y 19D son vistas en perspectiva posterior del sistema de las figuras 14A y 14B con ambos soportes de brazo quitados (uno se representa separado en la figura 19C).

30 La figura 19E es una vista superior del sistema de las figuras 14A y 14B que representa un tubo de soporte de hombro del sistema girado para acomodar la rotación del hombro del usuario (no representado).

35 La figura 20A es una vista en perspectiva frontal del sistema de las figuras 14A y 14B llevado puesto por un usuario y que representa una ménsula de transferencia de carga del sistema en una posición abierta.

La figura 20B es un detalle de la ménsula de transferencia de carga abierta del sistema representado en la figura 20A.

40 La figura 20C es una vista en perspectiva frontal del sistema representado en la figura 20A que representa la ménsula de transferencia de carga del sistema en una posición cerrada.

La figura 20D es un detalle de la ménsula de transferencia de carga cerrada del sistema representado en la figura 20C.

45 Las figuras 21A y 21B son vistas en perspectiva y lateral, respectivamente, del sistema de las figuras 13A y 13B llevado puesto por un usuario e incluyendo una ménsula de transferencia de carga que se soporta al menos parcialmente en una mesa.

50 La figura 21C es un detalle del sistema de las figuras 21A y 21B que representa cargas que son transferidas al menos parcialmente a la mesa desde el sistema mediante la ménsula de transferencia de carga.

La figura 21D es una vista lateral del sistema de las figuras 13A y 13B llevado puesto por un usuario e incluyendo una realización alternativa de una ménsula de transferencia de carga que se soporta al menos parcialmente en una mesa.

55 La figura 21E es un detalle del sistema de la figura 21D que representa cargas que son transferidas al menos parcialmente a la mesa desde el sistema mediante la ménsula de transferencia de carga.

60 La figura 22A es una vista lateral del sistema de las figuras 13A y 13B llevado puesto por un usuario e incluyendo otra realización alternativa de una ménsula de transferencia de carga que se soporta al menos parcialmente por un carril cooperante en una mesa.

65 La figura 22B es un detalle de la cooperación entre la ménsula de transferencia de carga del sistema de la figura 22A y el carril de la mesa.

La figura 22C es una vista lateral del sistema de las figuras 13A y 13B llevado puesto por un usuario e incluyendo otra realización alternativa de una ménsula de transferencia de carga que es soportada al menos parcialmente por un carril cooperante en una mesa.

5 La figura 22D es un detalle de la cooperación entre la ménsula de transferencia de carga del sistema de la figura 22C y el carril de la mesa.

10 La figura 23A es una vista lateral del sistema de las figuras 13A y 13B llevado puesto por un usuario e incluyendo otra realización alternativa de una ménsula de transferencia de carga que se soporta al menos parcialmente en una mesa mientras el usuario está sentado junto a la mesa.

La figura 23B es un detalle de la cooperación entre la ménsula de transferencia de carga del sistema de la figura 23A y la mesa.

15 La figura 23C es una vista lateral del sistema de las figuras 13A y 13B llevado puesto por un usuario e incluyendo otra realización alternativa de una ménsula de transferencia de carga que se soporta al menos parcialmente en una mesa mientras el usuario está sentado junto a la mesa.

20 La figura 23D es un detalle de la cooperación entre la ménsula de transferencia de carga del sistema de la figura 23C y la mesa.

25 La figura 24A es una vista lateral del sistema de las figuras 13A y 13B llevado puesto por un usuario e incluyendo otra realización alternativa de una ménsula de transferencia de carga que se soporta al menos parcialmente en una mesa.

La figura 24B es un detalle de la cooperación entre la ménsula de transferencia de carga del sistema de la figura 24A y la mesa.

30 Las figuras 25A y 25B son vistas laterales de otra realización de un conjunto de soporte de brazo que puede estar incluido en un sistema adaptativo de soporte de brazo, que incluye un apoyabrazos pivotante.

Las figuras 26A y 26B son vistas laterales de otra realización de un conjunto de soporte de brazo que puede estar incluido en un sistema adaptativo de soporte de brazo, que incluye un apoyabrazos de traslación axial.

35 La figura 27A es una vista en perspectiva frontal de otra realización ejemplar de un sistema adaptativo de soporte de brazo incluyendo soportes de antebrazo llevados puestos por un usuario. Las figuras 27B y 27C son vistas superiores del sistema de la figura 27A, que representa uno de los soportes de antebrazo pivotando para acomodar el movimiento del antebrazo del usuario.

40 La figura 28 es una vista en perspectiva de otra realización de un conjunto de soporte de brazo que puede estar incluido en un sistema adaptativo de soporte de brazo, que incluye un apoyabrazos del tipo de cabestrillo.

La figura 29A es una vista en perspectiva posterior de otra realización ejemplar de un sistema adaptativo de soporte de brazo incluyendo mecanismos para almacenar apoyabrazos del sistema.

45 La figura 29B es un detalle de componentes del mecanismo de almacenamiento del sistema de la figura 29A con el apoyabrazos en una posición activa.

50 La figura 29C es una vista despiezada de los componentes del mecanismo de almacenamiento de las figuras 29A y 29B. La figura 29D es una vista en perspectiva posterior del sistema de la figura 29A con uno de los apoyabrazos almacenados en una posición inactiva.

La figura 29E es un detalle de los componentes del mecanismo de almacenamiento del sistema de las figuras 29A y 29D con el apoyabrazos en la posición inactiva.

55 Las figuras 30A y 30B son vistas en perspectiva posterior de otra realización ejemplar de un sistema adaptativo de soporte de brazo llevado puesto por un usuario e incluyendo un mecanismo de pivote de hombro alternativo.

60 Las figuras 31A y 31B son vistas en perspectiva posterior de otra realización ejemplar de un sistema adaptativo de soporte de brazo llevado puesto por un usuario e incluyendo otro mecanismo de pivote de hombro alternativo.

La figura 32 es una vista en perspectiva posterior de otra realización ejemplar de un sistema adaptativo de soporte de brazo incluyendo un apoyacabeza.

65 La figura 33A es una vista en perspectiva frontal de otra realización ejemplar de un sistema adaptativo de soporte de brazo incluyendo un apoyabarbilla.

La figura 33B es una vista en perspectiva frontal de otra realización ejemplar de un sistema adaptativo de soporte de brazo incluyendo un apoyafrente.

- 5 Las figuras 34A y 34B son vistas en perspectiva de otra realización ejemplar de un conjunto de soporte de brazo que puede incluirse en un sistema adaptativo de soporte de brazo incluyendo un elemento elástico remoto de un apoyabrazos del sistema, que representa el apoyabrazos subido y bajado.

Descripción de las realizaciones ejemplares

10 Volviendo a los dibujos, la figura 1 representa la parte superior del cuerpo de un usuario U que trabaja con el brazo derecho extendido Ar, que tiene un peso Wa. Para mantener el brazo Ar subido, el usuario U debe utilizar músculos de la espalda del usuario B y el hombro S para contrarrestar el peso de brazo Wa, lo que produce fatiga. El hombro S del usuario actúa como una junta esférica (no representada), que permite el movimiento del brazo Ar en varias direcciones, incluyendo la rotación alrededor de un eje sustancialmente vertical Uav y un eje sustancialmente horizontal Uah, que intersecan aproximadamente en el centro de rotación del hombro S.

15 La figura 2 representa una realización ejemplar de un sistema adaptativo de soporte de brazo 10 que puede llevar puesto el usuario. En general, el sistema 10 incluye un arnés montado en torso, y uno o varios apoyabrazos adaptativos (solamente se representa uno) acoplados al arnés. El apoyabrazos adaptativo es empujado con un elemento elástico para impartir una fuerza al brazo de un usuario, por ejemplo, para soportar todo el peso del brazo o parte de él. La fuerza puede variar con la posición del brazo o puede ser sustancialmente constante a través de su rango de movimiento. Ejes de pivote Dav y Dah, alrededor de los que pueden pivotar elementos del apoyabrazos adaptativo, pueden intersecar. Cuando el usuario U lleva puesto el sistema 10 (por ejemplo, como se representa en las figuras 3A-3E), los ejes de pivote Dav y Dah también pueden estar situados esencialmente colineales con los ejes Uav y Uah del hombro del usuario U (representado en la figura 1), permitiendo que los elementos del apoyabrazos móvil pivoten aproximadamente alrededor del centro del hombro S del usuario U. Opcionalmente, los ejes de pivote Dav y Dah pueden estar inclinados, sesgados o desviados, con relación a los ejes Uav y Uah del hombro del usuario U.

20 Como se representa en la figura 2, cintas de hombro 40 están unidas a una chapa de soporte 38 en una hebilla ajustable opcional 42 (no representada). La ménsula de hombro 50 está unida de forma ajustable a la chapa de soporte 38, por ejemplo, en el punto 44. También une la chapa de soporte 38 un puntal vertical 20, que se extiende esencialmente paralelo y en general verticalmente a lo largo del abdomen del usuario U cuando se lleva puesto. El puntal vertical 20 puede ser rígido o flexible, o una combinación de ambos. La tira de pecho 46 puede unir el puntal vertical 20 en una hebilla ajustable 48 (no representada). El puntal vertical 20 termina en un eje de pivote opcional 22. El eje de pivote 22 puede girar dentro de un bloque de pivote 24, que permite la rotación alrededor de un eje Dap. El bloque de pivote 24 está montado en una placa de abdomen 26, a la que una correa 34 está unida de forma ajustable en una hebilla opcional 36 (no representada). El bloque de pivote 24 puede girar alrededor de un eje Das. Una almohadilla 28 puede estar unida a la placa de abdomen 26. También se puede unir un gancho opcional 30 a la placa de abdomen 26. La correa 34 se puede llevar puesta en o encima de las caderas H del usuario U. El puntal vertical 20 se representa en la parte delantera del sistema 10, pero también puede estar situado en la parte trasera del sistema 10 (diseño de "mochila").

25 30 35 40 45 50 La ménsula de hombro 50 está unida a un bloque de pivote vertical 54. El bloque de pivote vertical 54 y la ménsula de bisagra 56 cooperan formando el pivote vertical 58, que permite la rotación de la ménsula de bisagra 56 alrededor de un eje sustancialmente vertical Dav, como se explicará mejor más adelante. La rotación alrededor del pivote vertical 58 puede ser libre (es decir, con mínima o nula resistencia al movimiento del usuario), limitada (por ejemplo, que tiene una resistencia mínima predeterminada), empujada por muelles u otros elementos de energía (no representados) a una posición por defecto, amortiguada (por ejemplo, a un movimiento repentino lento), y/o restringida por un rozamiento predeterminado. El bloque de pivote 54 puede girar alrededor de otros ejes (no representados).

55 60 65 La ménsula de bisagra 56 también coopera con una ménsula de brazo 62 para formar el pivote 66, que permite la rotación vertical de la ménsula de brazo 62 alrededor del eje sustancialmente horizontal Dah. Opcionalmente, un elemento amortiguador (no representado) puede estar situado adyacente al pivote 66, por ejemplo, para limitar la velocidad rotacional de la ménsula de brazo 62. El apoyabrazos 94 está unido a la ménsula de brazo 62, y proporciona una cuna para el brazo derecho del usuario U. El apoyabrazos 94 puede contactar la parte superior del brazo, el codo, el antebrazo del usuario U, o cualquier combinación de los mismos, y en general aplica una fuerza al brazo Ar (o la porción contactada del brazo Ar). El apoyabrazos 94 puede ser uno o varios de sustancialmente rígido, flexible, almohadillado, puede incluir relleno de fluido, malla, y/u otra construcción adecuada. Puede disponerse una tira opcional (no representada), por ejemplo, para fijar el brazo Ar dentro del apoyabrazos 94 o a él.

Un anclaje de cable 84 está unido de forma ajustable a la ménsula de bisagra 56, y proporciona un punto de unión 82 para un primer extremo de un cable 70. El cable 70 (y cualesquiera otros cables de la invención) pueden incluir uno o varios cables, cadenas, cuerdas, sogas, hilos, tiras, correas, y/u otros filamentos formados en forma de un

elemento alargado flexible, y el término “cable” se usa aquí incluyendo cualesquiera de tales variaciones. El cable 70 se enrolla parcialmente alrededor de una polea 90 y tiene un segundo extremo unido a un extremo de un elemento elástico 74 en el conector 78. El otro extremo del elemento elástico 74 está unido a la ménsula de brazo 62 en el montaje 76, que puede incluir uno o varios elementos (no representados) para ajustar la posición del extremo unido del elemento elástico 74, por ejemplo, para variar la fuerza que el elemento elástico 74 ejerce en el cable 70. La polea 90 se une a la ménsula de brazo 62 en el punto de pivote de polea 92, que está desviado del pivote 66 a lo largo de la longitud de la ménsula de brazo 62. En realizaciones ejemplares, el elemento elástico 74 puede ser un muelle de extensión, un muelle de extensión de gas, una banda elástica, un muelle lineal, un cilindro presurizado, neumático, hidráulico, eléctrico, u otro dispositivo extensible.

Se han previsto superficies para reaccionar contra el cuerpo del usuario U. Todo o una porción del peso W_a del brazo derecho Ar del usuario U se aplica al apoyabrazos 94. La fuerza y el momento así aplicados al sistema 10 son contrarrestados por una combinación de una o varias fuerzas de reacción R_s (hombro), R_b (espalda), R_w (cintura), (caderas) y R_l (regazo). Así, el peso W_a del brazo derecho Ar del usuario U puede ser transferido a varias superficies del cuerpo del usuario U. El usuario U puede ajustar las cintas de hombro 40, la tira de pecho 46 y/o la correa 34 para variar las fuerzas de reacción. Otras superficies también pueden reaccionar en el sistema 10, incluyendo el borde de una mesa u otra superficie (R_t), como se describe aquí en otro lugar. Esto puede servir para reducir la carga impuesta a los músculos de la espalda y el hombro normalmente asociados con la sujeción de un brazo extendido.

La figura 3A representa el sistema 10 montado en la parte superior del cuerpo de un usuario U. En esta vista, el usuario U mantiene extendido el brazo derecho Ar. Como se representa en el detalle A, una porción del brazo derecho Ar, por ejemplo, la parte superior del brazo, asienta en el apoyabrazos 94, proporcionando por ello soporte al brazo derecho Ar. El cable 70, unido al anclaje de cable 84 en el punto de unión 82 y al elemento elástico 74 en el conector 78, actúa para aplicar una fuerza a la ménsula de brazo 62, por ejemplo, para elevar la ménsula de brazo 62 hacia arriba, aplicando por ello una fuerza de elevación al brazo derecho Ar.

Con referencia a la figura 3B (una vista superior), el usuario U puede mover el brazo derecho Ar un ángulo sustancialmente horizontal A_1 , haciendo que la ménsula de pivote 56 y todos los componentes unidos giren alrededor del pivote vertical 58. La figura 3C ilustra el usuario U moviendo el brazo derecho Ar un ángulo sustancialmente horizontal diferente A_2 , cuando la ménsula de pivote 56 y todos los componentes unidos giran alrededor del pivote vertical 58.

La figura 3D representa el usuario U elevando el brazo derecho Ar hacia arriba, un ángulo sustancialmente vertical A_3 . El apoyabrazos 94, empujado hacia arriba por el cable 70, transmite una fuerza de elevación al brazo derecho Ar. La figura 3E ilustra el brazo Ar bajando un ángulo sustancialmente vertical diferente A_4 . El cable 70, unido al elemento elástico distendido 74, sigue tirando del apoyabrazos 94 hacia arriba aplicando una fuerza hacia arriba en el brazo derecho Ar.

Así, como se representa en las figuras 3A-3E, el sistema 10 permite un rango de movimiento pleno del brazo Ar del usuario U, por ejemplo, vertical y/u horizontalmente, proporcionando el sistema el soporte del brazo Ar sin interferencia o resistencia sustancial, en particular cuando el usuario U mueve el brazo Ar de forma sustancialmente horizontal.

La figura 4A representa una vista lateral del sistema 10. El peso W_a del brazo del usuario Ar se aplica al apoyabrazos 94, teniendo a hacer que el brazo Ar y el apoyabrazos 94 giren a lo largo del recorrido Pr_1 . La fuerza F_s del elemento elástico 74 es transmitida a través del cable 70 al punto de unión 82. La figura 4B, un esquema de una vista lateral de elementos del sistema 10 (elevado por encima de la horizontal el ángulo A_5), muestra varias fuerzas relevantes. La fuerza $F_s 1$ (la fuerza del elemento elástico 74 en el cable 70) actúa en la polea 90, que está unida pivotantemente a la ménsula de brazo 62. Un tramo L_1 del cable 70 se extiende la distancia entre la polea 90 y el punto de unión 82. La fuerza $F_s 1$ puede descomponerse en componentes perpendicular y paralelo, $F_s 1 \perp$ y $F_s 1 \parallel$, respectivamente. $F_s 1 \perp$, que actúa sobre la distancia central x , aplica un momento de compensación M_1 a la ménsula de brazo 62, y, en consecuencia, al apoyabrazos 94.

La figura 4C ilustra los mismos elementos girados un ángulo A_6 por debajo de la horizontal. La longitud del cable 70 que se extiende la distancia entre la polea 90 y el punto de unión 82 ha aumentado a L_2 , haciendo que el elemento elástico 74 se extienda en consecuencia. La fuerza $F_s 2$ (la nueva fuerza ejercida en el cable 70 del elemento elástico 74) también puede descomponerse en componentes. $F_s 2 \perp$, que actúa sobre la distancia central x , aplica un momento de compensación M_2 a la ménsula de brazo 62, y, en consecuencia, al apoyabrazos 94. La fuerza $F_s 2$ puede ser mayor que la fuerza inicial $F_s 1$, por ejemplo, debido a la extensión adicional del elemento elástico 74, pero $F_s 2 \perp$ es ahora proporcionalmente menor que $F_s 1 \perp$, reduciendo por ello el efecto de la fuerza incrementada. Esto puede dar lugar a una respuesta de fuerza más uniforme en el rango de movimiento de la ménsula de brazo 62. Otras formas de gestión de fuerza se describen aquí en otro lugar.

Las figuras 5A-5E muestran una secuencia de vistas del sistema 10 y del usuario U, demostrando un elemento del sistema 10 que permite al usuario U “aparcar” el apoyabrazos 94, por ejemplo, almacenar o fijar el apoyabrazos 94

detrás o lejos del brazo Ar, por ejemplo, si el soporte de brazo no se necesita temporalmente, y permitir el libre movimiento del brazo Ar. Como se representa en la figura 5A, el usuario U comienza a empujar el apoyabrazos 94 hacia atrás, aproximadamente a lo largo del recorrido Pp1. En la figura 5B, el apoyabrazos 94 ha sido empujado más hacia atrás, a lo largo del recorrido Pp2, produciendo rotación alrededor del pivote vertical 58 y el pivote horizontal 66, y poniendo el bucle 86 en la ménsula de brazo 62 más próximo a un gancho 88 montado en la ménsula de hombro 50. Continuando con la figura 5C, y especialmente en el detalle B, el bucle 86 es movido sobre el gancho 88. En la figura 5D, y especialmente en el detalle C, el usuario U mueve el brazo Ar hacia delante a lo largo de recorrido Pp4, lo que permite mover el bucle 86 aproximadamente a lo largo del recorrido Pp5, que le hace interferir con el gancho 88 (uniéndolo por ello temporalmente a la ménsula de hombro 50). Finalmente, la figura 5E (y especialmente el detalle D), representa al usuario U moviendo el brazo Ar aproximadamente a lo largo del recorrido Pp6, dejando el apoyabrazos 94 "aparcado" a un lado, sobre la ménsula de hombro 50.

Una variante del sistema 10, que emplea un aparato de gestión de fuerza diferente, se representa en las figuras 6A-6D. El sistema adaptativo de soporte de brazo 150 incluye componentes en general similares al sistema 10 (teniendo los elementos similares el mismo número de referencia), pero emplea un diseño doble de polea y cable para gestionar fuerzas, por ejemplo, similar a los arcos compuestos usados en tiro con arco. Como se representa en la figura 6A, y especialmente en el detalle E, una polea de recorrido doble 160 está unida pivotantemente a la ménsula de brazo 62 en el pivote 162 (en lugar de la polea 90 de las figuras 2-5) en una posición desviada del pivote 66 a lo largo de la ménsula de brazo 62. La polea de recorrido doble 160 puede tener una polea de cable elástico integral 164 y polea de cable excéntrico integral 168 fijadas una con relación a otra. La polea de cable elástico 164 tiene una forma sustancialmente circular alrededor del pivote 162, mientras que la polea de cable excéntrico 168 tiene una forma asimétrica alrededor del pivote 162 incluyendo un lóbulo 170 que está más lejos del pivote 162 que el perímetro de la polea de cable elástico 164.

Un cable elástico 180 tiene un primer extremo unido a un extremo del elemento elástico 74 en el punto de unión 182 (con el otro extremo del elemento elástico 74 unido a la ménsula de brazo 62, similar a otras realizaciones de la invención), y un segundo extremo acoplado a la polea de cable elástico 164 en el punto de unión 184. Un cable excéntrico 190 tiene un primer extremo unido a la polea de cable excéntrico 168 en el punto de unión 192, y un segundo extremo unido al anclaje de cable 84 en el punto de unión 82.

En una posición de brazo levantado, ilustrada en la figura 6A, en la que el elemento elástico 74 está relativamente retirado (es decir, en un estado de menos energía potencial), el radio efectivo de la polea de cable elástico 164 y el de la polea de cable excéntrico integral 168 pueden ser similares, permitiendo que el cable elástico 180 (que transmite la fuerza almacenada en el elemento elástico 74) tenga una influencia aproximadamente igual en la polea de recorrido doble 160 que en el cable excéntrico 190. El lóbulo 170 en la polea de cable excéntrico 168 no está colocado para influir sustancialmente en los momentos alrededor del pivote 162. En la figura 6B, con el brazo Ar en una posición bajada (y el elemento elástico 74 en un estado de energía potencial más alta), la polea de recorrido doble 160 ha girado alrededor del pivote 162, aproximadamente a lo largo del recorrido Pcp1, poniendo el lóbulo 170 en la polea de cable excéntrico 168 en una posición que presenta un radio efectivo más grande, y, por lo tanto, una ventaja mecánica, para la actuación del cable excéntrico 190. La polea de cable elástico 164, que tiene un radio efectivo más pequeño, no proporciona sustancialmente ninguna ventaja mecánica para el cable elástico 180.

Las fuerzas de las figuras 6A-6B se representan en forma esquemática en las figuras 6C-6D. En la figura 6C, asociada con la figura 6A, la fuerza Fc1 1 en el cable excéntrico 190 actúa en la polea de recorrido doble 160 mediante la polea de cable excéntrico 168 (con radio R1 1), mientras que la fuerza Fc2 1 en el cable elástico 180 actúa en la polea de recorrido doble 160 mediante la polea de cable elástico 164 (con radio R2 1). En la posición representada, los dos radios son aproximadamente iguales, no proporcionando sustancialmente ninguna ventaja mecánica para ninguna fuerza. Un tramo L1 del cable excéntrico 190 se extiende la distancia entre la polea de cable excéntrico 168 y el punto de unión 82.

En la figura 6D, asociada con la figura 6B, la ménsula de brazo 62 se ha girado hacia abajo el ángulo A8. El tramo L2 del cable excéntrico 190 que se extiende la distancia entre la polea de cable excéntrico 168 y el punto de unión 82 ha aumentado con relación a la longitud L1 (figura 6C), haciendo que la polea de recorrido doble 160 gire alrededor del pivote 162, y poniendo el lóbulo 170 de la polea de cable excéntrico 168 en una posición donde el radio efectivo R1 2 es más grande que el radio efectivo R2 2 de la polea de cable elástico 164. Aunque la fuerza Fc2 2 en la polea de cable elástico 164 puede ser más grande que la fuerza Fc2 1 (figura 6C) debido a deflexión (y más energía potencial) del elemento elástico 74, la ventaja mecánica del radio efectivo incrementado R1 2 sobre el radio R2 2 sirve para reducir la influencia de dicha fuerza más grande, y así gestiona el perfil de fuerza/momento aplicado al apoyabrazos 94.

Las formas, las posiciones, los centros, los puntos de unión y los tamaños de la polea de cable excéntrico 168 y la polea de cable elástico 164 se pueden variar para lograr varios perfiles y características de fuerza. Por ejemplo, se puede crear un perfil aplicando una fuerza sustancialmente constante en el brazo, independientemente de la posición vertical. Otro perfil, según la presente invención, puede aplicar una fuerza más grande en el brazo cuando el brazo está en una posición subida, y menos fuerza cuando el brazo está en una posición bajada. Un tercer perfil puede tener una o varias posiciones en las que la fuerza es sustancialmente cero.

Otra forma de gestión de fuerza se representa en las figuras 7A-7B, que muestran otra realización ejemplar de un sistema adaptativo de soporte de brazo 200. El sistema 200 incluye en general componentes similares al sistema 10 (teniendo los elementos similares el mismo número de referencia), pero emplea un elemento de unión conformado 210 unido a la ménsula de pivote 56, para modificar la influencia de los cambios en la fuerza del elemento elástico 74. Como se representa, el elemento de unión conformado 210 es sustancialmente fijo con relación a la ménsula de pivote 56 y tiene una forma asimétrica que se extiende hacia arriba. Por ejemplo, cuando se eleva un ángulo sustancialmente vertical A9, el cable 216 (unido al elemento elástico retirado 74 en el conector 218) contacta el elemento de unión conformado 210 donde el radio efectivo Rcm1 es relativamente grande. Cuando el apoyabrazos 94 se baja un ángulo sustancialmente vertical A10, el cable 216 contacta el elemento de unión conformado 210 donde el radio efectivo Rcm2 es relativamente pequeño, dando a la mayor fuerza del cable 216 (debido a la extensión del elemento elástico 74) menos ventaja mecánica.

Otra forma de gestión de fuerza se representa en las figuras 8A-8B, que muestran otra realización ejemplar de un sistema adaptativo de soporte de brazo 250. El sistema 250 incluye componentes similares en general al sistema 10 (teniendo los elementos similares el mismo número de referencia), pero emplea un muelle de fuerza constante 260 para aplicar una fuerza al brazo del usuario (no representado). El muelle de fuerza constante 260 está unido pivotantemente a la ménsula de brazo 62 en el pivote 266, y al anclaje 272 en el punto de unión 274 mediante la lengüeta de muelle 262 (la lengüeta de muelle 262 es el extremo de la bobina del muelle de fuerza constante 260). El anclaje 272 está unido de forma ajustable a la ménsula de bisagra 56. Como se representa en la figura 8B, cuando el apoyabrazos 94 se baja el ángulo A12, la lengüeta de muelle 262 se alarga cuando el muelle de fuerza constante 260 se desenrolla. La fuerza aplicada por el muelle de fuerza constante 260 es sustancialmente consistente, pero, debido a condiciones geométricas, la influencia de la fuerza en el apoyabrazos 94 varía con la posición del apoyabrazos 94.

Opcionalmente, en cualquiera de las realizaciones de la invención, la elevación máxima del apoyabrazos 94 se puede variar. La figura 9A representa el sistema 10 de la figura 2 con el apoyabrazos 94 completamente subido. Se ha dispuesto una lengüeta de tope dura 310 en el anclaje de cable 84 que contacta una lengüeta de tope correspondiente 320 en la ménsula de brazo 62, evitando la rotación más hacia la izquierda (CCW) (o el mayor ángulo vertical de la ménsula de brazo 62) alrededor del pivote 66. El eje de elevación Aa1 está separado del eje horizontal por el ángulo inclusivo A13, definiendo el ángulo máximo que la ménsula de brazo 62 puede elevarse antes de que las lengüetas de tope 310, 320 contacten una con otra. En la figura 9B, la posición de la lengüeta de tope 310 puede cambiarse, y el anclaje de cable 84 se ha girado más CCW, con el eje de elevación Aa2 separado del eje horizontal por el ángulo inclusivo A14, proporcionando soporte para el brazo del usuario Ar en un ángulo más pronunciado que en la figura 9A.

Las figuras 10A-10B representan el sistema 10 de la figura 2 con la función de un eje de pivote opcional 22 ilustrado, por ejemplo, permitiendo que una porción superior del arnés del sistema 10 gire con relación a una porción inferior (por ejemplo, fijado alrededor de o a la cintura o las caderas del usuario), transfiriendo al mismo tiempo fuerzas verticales entre las porciones superior e inferior. El eje de pivote 22 puede girar dentro del bloque de pivote 24, permitiendo la rotación alrededor de un eje Dap, que es consistente con el giro de la parte superior del cuerpo del usuario en la cintura. El bloque de pivote 24 está unido a la placa de abdomen 26, a la que la correa 34 se une de forma ajustable en la hebilla opcional 36 (no representada). La almohadilla 28 puede unirse a la placa de abdomen 26. El gancho opcional 30 también puede unirse a la placa de abdomen 26. Como se representa en la figura 10A, la placa de abdomen 26 se puede girar alrededor del eje Dap el ángulo A15 con relación a un eje delantero Adf (sustancialmente paralelo a la chapa de soporte 38), aproximadamente a lo largo del recorrido Pp1. Además, el bloque de pivote 24 puede girar alrededor del eje Das aproximadamente a lo largo del recorrido Ps1. En la figura 10B, la placa de abdomen 26 se ha girado alrededor de un eje Dap el ángulo A16 con relación a un eje delantero Adf (sustancialmente paralelo a la chapa de soporte 38), aproximadamente a lo largo del recorrido Pp2. Además, el bloque de pivote 24 puede girar alrededor del eje Das aproximadamente a lo largo del recorrido Ps2. El sistema 10 puede incluir más de un pivote dispuestos en serie o en paralelo.

Las figuras 11A-11B muestran otra realización ejemplar de un sistema adaptativo de soporte de brazo 350 incluyendo componentes similares al sistema 10 (teniendo los elementos similares el mismo número de referencia), pero empleando un poste flexible 360 para unir el puntal vertical 20 a la placa de abdomen 26. El poste flexible 360 puede flexionarse en múltiples direcciones, o puede ser empujado de manera que se flexione solamente en una dirección. Como se representa en la figura 11A, el eje Dab 1, concéntrico con la porción superior 364 del poste flexible 360, se bascula con relación al eje Dap el ángulo A17 (consistente con la flexión del usuario en la cintura). Como se representa en la figura 11B, el eje Dab 2, concéntrico con la porción superior 364 del poste flexible 360, se bascula más con relación al eje Dap el ángulo A1 (consistente con la flexión adicional de la cintura del usuario). El poste flexible 360 también puede girar dentro del bloque de pivote 24, alrededor de un eje Dap, transfiriendo al mismo tiempo fuerzas entre las porciones superior e inferior del arnés.

Una variante del sistema 10, que emplea un aparato de gestión de fuerza diferente, se representa en las figuras 12A-12B. El sistema adaptativo de soporte de brazo 400 incluye componentes similares en general al sistema 10 (teniendo los elementos similares los mismos números de referencia), pero emplea un muelle de extensión de gas

415 en lugar del elemento elástico 74. El muelle de extensión de gas 415, que incluye el cuerpo 420 y el eje 425, puede estar acoplado a la ménsula de brazo 62 en el montaje 76, y al cable 180 en el punto de unión 182. Como se representa en la figura 12B, el muelle de extensión de gas 415 se extiende cuando el apoyabrazos 94 se baja, extendiéndose el eje 425 con relación al cuerpo 420 en respuesta. El muelle de extensión de gas 415 puede proporcionar fuerzas de amortiguamiento deseables para limitar la velocidad rotacional de la ménsula de brazo 62.

Pasando a las figuras 13A y 13B, se representa otra realización ejemplar de un sistema adaptativo de soporte de brazo 500 que el usuario U lleva puesto. En general, el soporte 500 incluye uno o dos conjuntos de soporte de brazo 505 (se representan dos) y un conjunto de arnés 510, que sirven conjuntamente para soportar de forma adaptativa el brazo o brazos del usuario, de forma similar a otras realizaciones de la invención.

El conjunto de arnés 510 incluye elementos que crean uno o varios pivotes de hombro sustancialmente verticales 552, aproximadamente concéntricos con el hombro S del usuario U, similares a los descritos en otro lugar y en las solicitudes identificadas en otro lugar. Los pivotes verticales de hombro 552 se definen también por los ejes Davl y Davr, alrededor de los que giran. El conjunto de soporte de brazo 505, que pivota en el pivote horizontal de hombro 584 alrededor de un eje Dahl (siendo también Dahl aproximadamente concéntrico con el hombro S, y puede ser o no perpendicular al eje Davl), es empujado para proporcionar una fuerza de elevación en el brazo izquierdo Al, contrarrestando por ello todo el peso del brazo o una porción de él. El conjunto de brazo 505 está unido al conjunto de arnés 510, y así transmite la carga del brazo Al a otros puntos de reacción en el cuerpo del usuario U, por ejemplo, el hombro S, la cintura W, las caderas H y la espalda B (por ejemplo, como representan las fuerzas mostradas en la figura 18).

Los pivotes 552 y 584 proporcionan una forma de transmitir cargas y/o momentos desde cada conjunto de brazo 505 al conjunto de arnés 510 a través de juntas móviles (adaptativas), que permiten que el conjunto de brazo 505 siga el movimiento del brazo del usuario U (por ejemplo, con mínima resistencia a tal movimiento), mientras que soporta todo el peso del brazo o una porción de él. Los pivotes 552 y 584 están situados aproximadamente encima y al lado del hombro del usuario, manteniendo despejado el espacio normalmente asociado con el trabajo con los brazos fuera, elevados, extendidos, y/o hacia delante (es decir, la zona del pecho, la cintura, el regazo, dentro y debajo de los brazos).

Cubiertas opcionales (no representadas) pueden proteger el sistema adaptativo de soporte de brazo 500 y/o el usuario U. Por ejemplo, las cubiertas pueden proteger a los componentes del sistema adaptativo de soporte de brazo 500 y/o al usuario U contra la intemperie, la contaminación, la electricidad, el calor, los puntos de pellizco y análogos.

Pasando a las figuras 14A y 14B, el sistema adaptativo de soporte de brazo 500 se representa sin el usuario U para facilitar la identificación de los componentes del sistema 500. Por ejemplo, la almohadilla de hombro 520, que puede colocarse sobre los hombros del usuario (no representado) se une a la almohadilla de espalda 524 y las tiras verticales 528 pueden unir la almohadilla de hombro 520 en la hebilla de pecho 530 y a la correa de cadera o cintura 538 en la hebilla opcionalmente ajustable 534, por ejemplo, por uno o varios de cosido, unión con adhesivo y análogos. La almohadilla de hombro 520 y la almohadilla de espalda 524 pueden ser sustancialmente rígidas o flexibles, a voluntad, pueden estar acolchadas para aumentar la comodidad, puede incluir malla u otro material, por ejemplo, para que las almohadillas respiren y/o reduzcan el sobrecalentamiento y análogos.

La tira de pecho 526 se une a la almohadilla de hombro 520 e incluye un cierre de tira de pecho 532 que fija soltamente los extremos de la tira de pecho 526, mientras que el cierre de correa 540 fija soltamente los extremos de la correa 538. Los cierres 532, 540 pueden incluir cualesquiera mecanismos de cierre que permitan, por ejemplo, abrir la tira 526 y la correa 538 para que el usuario pueda llevar puesto o quitarse el sistema 500, y cerrarlo para fijar sustancialmente el sistema 500 en el usuario, tal como hebillas, sujetadores de gancho y ojete, retenes, sujetadores tipo bardana, broches y análogos.

La correa 538 puede ser flexible, rígida, rígida en un eje solamente, rígida en más de un eje, rígida en torsión, articulada, unida, ajustable, de empuje por muelle, acolchada y/o ventilada. La correa 538 también se puede formar de varios materiales, tales como metal, polímero, elastómero, cincha, tejido cosido, espuma, malla o una combinación de los mismos.

Opcionalmente, se le puede dar al conjunto de arnés 510 otras configuraciones para contacto con el usuario que usa el sistema 510, las cuales pueden incluir una o varias de una almohadilla de regazo, placa de regazo, tiras de muslo, correa de soporte posterior inferior, cabestrillos debajo del brazo, apoyacabeza, apoyabarbilla, apoyafrente y análogos (no representados), por ejemplo, como se describe aquí en otro lugar.

Pueden unirse herramientas u otros accesorios (no representados) a algunos puntos en el sistema adaptativo de soporte de brazo 500, a voluntad para una aplicación particular. Por ejemplo, herramientas de mano, suministros, soportes de herramientas, bolsas, ganchos, lámparas, dispositivos de hidratación, dispositivos de comunicación, abrazaderas, un soporte desplegable, una plataforma desplegable, y/o se podrían montar otros dispositivos (no

representados) en posiciones deseadas del sistema adaptativo de soporte de brazo 500, tal como en la correa 538, en el hombro, el pecho o las tiras verticales 520, 526, 528, y/o en otro lugar en el conjunto de arnés 510.

5 Como se ve mejor en la figura 14A, un par de tubos de abdomen 542 se unen a la correa 538 en la fijación de correa-tubo 544, por ejemplo, delante de la correa 538 y se extienden a la parte trasera del conjunto de arnés 510. Detrás del conjunto de arnés 510, cada tubo de abdomen 542 puede unirse a un casquillo de tubo inferior 626, que puede actuar como un pivote de eje vertical, como se ve mejor en la figura 14B. A su vez, el casquillo de tubo inferior 626 puede unirse a una traviesa 620 que se extiende entre los casquillos de tubo inferiores opuestos 626. Un par de tiras de armazón 624 están unidas en sus extremos inferiores a la traviesa 620, y en sus extremos superiores a tubos de soporte de hombro 546, que, a su vez, están unidos a casquillos de tubo superiores 628, cada uno de los cuales también puede actuar como un pivote de eje vertical.

10 Cada uno de los tubos de abdomen 542, los tubos de soporte de hombro 546 y/o las tiras de armazón 624 puede ser sustancialmente rígido, semirrígido, flexible o selectivamente rígido, a voluntad, y se puede formar de tubo hueco o material de varilla maciza, por ejemplo, que tiene una forma exterior sustancialmente uniforme o variable, tal como una forma redonda, cuadrada, en forma de U, en forma de I, en forma de T, u otra sección transversal no circular. Los tubos de abdomen 542, los tubos de soporte de hombro 546 y/o las tiras de armazón 624 se pueden formar de varios materiales, tales como metal, polímero, elastómero o una combinación de los mismos, por ejemplo, de tal manera que los componentes tengan conjuntamente suficiente rigidez para proporcionar soporte, y/o traslación de fuerza y/o transmisión de momento a través del conjunto de arnés 510 durante el uso del sistema 500, como se describe aquí en otro lugar.

15 Con referencia continuada a la figura 14B, los extremos traseros de las almohadillas de hombro 520 se unen a la almohadilla trasera 524, y los extremos traseros de las tiras de pecho 526 se unen a la almohadilla trasera 524 cerca de la traviesa 620. Cada tubo de soporte de hombro 546 está acoplado a y soporta un montaje de pivote de hombro 548, que, a su vez, está acoplado a y soporta una horquilla de pivote de hombro 550. Cada horquilla de pivote de hombro 550 coopera con una barra de soporte 554 para formar un pivote de hombro vertical 552, que gira alrededor de, y además está definido por, el eje Davr (para el conjunto de soporte de brazo derecho 505) y Davl (para el conjunto de soporte de brazo izquierdo 505).

20 Cada conjunto de tubo de soporte de hombro 546, casquillo de tubo superior 628, tira de armazón 624, traviesa 620, casquillo de tubo inferior 626, y tubo de abdomen 542 proporcionan conjuntamente un bastidor selectivamente rígido. Por ejemplo, el arnés resultante 510 puede ser sustancialmente rígido en una dirección vertical, por ejemplo, para transmitir fuerzas, proporcionando al mismo tiempo flexibilidad en otras direcciones, por ejemplo, para permitir la rotación horizontalmente si el usuario U se gira en la cintura, para que el usuario U pueda inclinarse hacia delante en la cintura, y/o para acomodar otro movimiento del usuario U con mínima resistencia. Pivotes verticales opcionales (en el casquillo de tubo superior 628 y el casquillo de tubo inferior 626) pueden servir para transmitir cargas (fuerzas y momentos) desde el respectivo conjunto de soporte de brazo 505, a través del conjunto de arnés 510, a varios puntos de reacción en el cuerpo del usuario (por ejemplo, como se describe mejor con referencia a la figura 18), o en otras estructuras (por ejemplo, como se describe mejor con referencia a las figuras 20-24).

25 Con referencia al conjunto de soporte de brazo derecho 505 (reconociendo que el conjunto de soporte de brazo izquierdo 505 opera de forma similar, si se facilita), la barra de soporte 554 puede girar libremente alrededor del eje Davr (debido al pivote de hombro vertical 552) y está montada fijamente en el conjunto de soporte de brazo derecho 505. Así, la barra de soporte 554 permite que el conjunto de soporte de brazo 505 pivote libremente alrededor de un eje Davr en respuesta al movimiento de lado a lado del brazo del usuario. Opcionalmente, el conjunto de soporte de brazo 505 puede ser extraíble de la barra de soporte 554, más bien que estar unido permanentemente en la barra de soporte 554. Por ejemplo, la barra de soporte 554 y/o el conjunto de soporte de brazo 505 pueden incluir uno o más conectores (no representados) para unir de forma fija y soltable el conjunto de soporte de brazo 505 a la barra de soporte 554.

30 Pasando a las figuras 14C y 14D, se pueden ver detalles de una realización ejemplar de un conjunto de soporte de brazo 505 para el sistema adaptativo de soporte de brazo 500 de las figuras 14A y 14B, con el conjunto de soporte de brazo 505 sustancialmente elevado (consistente con el brazo del usuario elevado). Como se representa, un chasis 580 del conjunto de soporte de brazo 505 puede pivotar alrededor del pivote horizontal de hombro 584 (definido por el eje Dahr, no representado, véase la figura 14B) en respuesta a los movimientos de subida y bajada del brazo del usuario. El anclaje de cable 558 es sustancialmente fijo con relación a la barra de soporte 554 y proporciona un punto de anclaje de cable 562, en el que está unido el cable de anclaje 560. El anclaje de cable 558 puede ser rotacionalmente ajustable con relación a la barra de soporte 554 para que el usuario pueda cambiar el rango de uso del conjunto de soporte de brazo 505. El anclaje de cable 558 también puede ser soltable de la barra de soporte 554, por ejemplo, para que el conjunto de soporte de brazo 505 pueda girar libremente alrededor del pivote horizontal de hombro 584, por ejemplo, para poner el conjunto de soporte de brazo fuera de servicio. El cable de anclaje 560 está enrollado alrededor de una polea primaria 564 en una ranura de cable (no representada) y está unido a la polea primaria 564 en el punto de unión 561. La polea primaria 564 gira alrededor del pivote de polea 572 en el chasis 580. Una polea secundaria 570 está unida rígidamente a la polea primaria 564 de tal manera que la polea secundaria 570 gire en unión con la polea primaria 564 alrededor del pivote de polea 572.

Un cable de elemento elástico 634 se une a la polea secundaria 570 en el punto de unión 573, está dentro de una porción de ranura de cable 652 (no representada, véase, por ejemplo, la figura 16A), está enrollado alrededor de una polea de inversión opcional 630, y se une a un primer extremo de un elemento elástico 636 mediante la unión de cable 640. La polea de inversión 630 gira alrededor del pivote de polea de inversión 632 en el chasis 580. El gancho de elemento elástico 638 en el chasis 580 está acoplado a un segundo extremo del elemento elástico 636, fijando por ello sustancialmente el segundo extremo con relación al chasis 580. El chasis 580 proporciona una plataforma de montaje estable para las poleas y el elemento elástico, así como el apoyabrazos 600. El apoyabrazos 600 proporciona una cuna para el brazo del usuario. En realizaciones ejemplares, el elemento elástico 636 puede ser un muelle, por ejemplo, un muelle de extensión, banda, tira, muelle de gas y análogos, y se puede formar a partir de varios materiales, tal como metal, elastómero y análogos.

Como se representa en la figura 14C, con el conjunto de soporte de brazo 505 en una posición subida (por encima de la horizontal), el cable de anclaje 560 se extiende alrededor de una porción sustancial de la ranura de cable de la polea primaria 564 (por ejemplo, más de la mitad de la circunferencia de la polea primaria 564) y el cable de elemento elástico 634 se extiende alrededor de una porción relativamente pequeña de la ranura de cable 652 de la polea secundaria 570 (por ejemplo, menos de la mitad de la circunferencia de la polea secundaria 570). En esta posición, el elemento elástico 636 puede estar en una posición sustancialmente retirada, por ejemplo, un estado de menos energía potencial, en el que ejercerá una fuerza de baja a moderada en el cable de elemento elástico 634, y por ello en la polea secundaria 570.

La polea secundaria 570 puede tener múltiples radios alrededor de su circunferencia, definiendo por ello una ranura de cable no circular 652 (como se ve mejor en la figura 16B) con el fin de proporcionar una ventaja/desventaja mecánica selectiva al elemento elástico 636 durante el uso, a voluntad para gestionar la fuerza de elevación y como se describe aquí en otro lugar. En realizaciones ejemplares, en lugar de la forma representada en la figura 16B, la polea secundaria 570 puede ser sustancialmente circular con un agujero excéntrico (véase, por ejemplo, las figuras 17A-17B), puede ser elíptica, puede tener secciones curvadas, puede tener secciones rectas, puede tener secciones cóncavas, puede ser simétrica, puede ser asimétrica, y análogos (no representado), por ejemplo, puede estar personalizada para las necesidades del usuario en base al rango esperado de movimiento y/o actividades del usuario, como se describe aquí en otro lugar.

Pasando a la figura 14D, el sistema 500 de la figura 14C se representa con el conjunto de soporte de brazo 505 sustancialmente bajado (consistente con el brazo bajado del usuario). Como se representa, el conjunto de soporte de brazo 505 se ha girado alrededor del pivote horizontal de hombro 584, aproximadamente a lo largo del recorrido Pr10 en respuesta al movimiento del brazo del usuario. Durante este movimiento, la polea secundaria 570 y la polea primaria 564 han girado conjuntamente alrededor del pivote de polea 572, aproximadamente a lo largo del recorrido Pr11. En consecuencia, el cable de anclaje 560 se desenrolla en gran parte de la polea primaria 564 (de tal manera que el cable de anclaje 560 se extienda alrededor de menos de la ranura de cable de la polea primaria 564, por ejemplo, menos de la mitad de la circunferencia de la polea primaria 564), y el cable de elemento elástico 634 está ahora en gran parte enrollado alrededor de la polea secundaria 570 (de tal manera que el cable de elemento elástico 634 se extienda alrededor de más de la ranura de cable 652 de la polea secundaria 570, por ejemplo, más de la mitad de la circunferencia de la polea secundaria 570). En respuesta, el elemento elástico 636 se representa en una posición sustancialmente extendida o sometida a esfuerzo (por ejemplo, un estado de energía potencial más alta).

Aunque el elemento elástico 636 se extiende, y, por lo tanto, ejerce más fuerza en el cable de elemento elástico 634, su influencia (su capacidad de aplicar una fuerza de elevación creciente al brazo del usuario) se modera por la forma de la polea secundaria 570, que tiene radios diferentes en los que el cable de elemento elástico 634 puede aplicar momentos (como se explica mejor más adelante).

Por ejemplo, como se representa en las figuras 16A y 16B, la polea secundaria 570 puede tener una ranura de cable 652 en la que se retiene el cable de elemento elástico 634 (no representado). El cable de elemento elástico 634 puede unirse a la polea secundaria 570 en el punto de unión de cable 573. El agujero de rotación de polea 654 proporciona un pivote para la polea secundaria 570, es decir, está rotacionalmente acoplada al pivote de polea 572 con la polea primaria 564.

Como se ve mejor en la sección transversal de la figura 16B, la distancia desde el agujero de rotación de polea 654 a la ranura de cable 652 varía según sea preciso para gestionar las fuerzas de elevación en el brazo del usuario cuando la fuerza elástica aplicada por el elemento elástico 636 aumenta (o disminuye) mediante desplazamiento. Por ejemplo, el radio R25 difiere del radio R20. Una fuerza tangencial (proporcionada, por ejemplo, por un cable de elemento elástico, no representado), que actúa en cualquier radio dado, tendrá más (o menos) influencia en base a la longitud del radio. Pueden crearse zonas de influencia para lograr un resultado deseado.

Por ejemplo, en la realización ejemplar representada, la zona de influencia Z10 puede incluir un radio (por ejemplo, R21 en un extremo de la zona igual a R20 en el otro extremo de la zona), mientras que la zona de influencia Z11 puede incluir radios de variación constante (por ejemplo, siendo R23 en un extremo de la zona menos que R22 en

el otro extremo de la zona). En la zona de influencia Z12, los radios varían creando una sección esencialmente recta de la ranura de cable 652. Se contemplan otras relaciones, que pueden personalizarse para proporcionar momentos y/o fuerzas de soporte resultantes deseados.

5 La longitud y la relación angular de los radios se pueden variar para producir una fuerza de elevación deseada en el brazo del usuario. Por ejemplo, la polea secundaria 570 puede estar configurada para proporcionar una zona corta Z11, y una zona más larga Z12, consistente con tareas que requieren máxima elevación a una elevación específica del brazo del usuario, pero poca elevación a otras elevaciones (por ejemplo, apuntar una cámara). Para tareas que requieren una zona más larga de máxima elevación (por ejemplo, montaje de productos), Z11 puede ser mayor.

10 Pasando a la figura 16C, se representa un gráfico ejemplar del momento de peso del brazo, el momento de elevación y el momento resultante para la polea secundaria 570. Los momentos pueden actuar alrededor del pivote horizontal de hombro 584 (por ejemplo, definido también por el eje Dahl o Dahr) del conjunto de soporte de brazo 505 incluyendo la polea secundaria 570. El peso de brazo W_a del brazo del usuario proporciona un momento negativo AWM alrededor del pivote 584, que actúa para girar el conjunto de soporte de brazo 505 hacia abajo. El momento negativo AWM depende del ángulo de entrada Θ , el ángulo relativo del eje principal del conjunto de soporte de brazo 505 con relación a un eje horizontal. El conjunto de soporte de brazo 505, que actúa a través del sistema de muelles, cables, y poleas descrito anteriormente, proporciona un momento (elevación) positivo AASM alrededor del pivote horizontal de hombro 584, que actúa para girar el conjunto de soporte de brazo 505 hacia arriba. El momento positivo AASM depende del ángulo de entrada Θ , el ángulo relativo del eje principal del conjunto de soporte de brazo 505 a la horizontal. El momento resultante RM es la suma de AWM y AASM.

25 Como se explica con referencia a la figura 16B, pueden crearse zonas de influencia variable o consistente variando la longitud y la relación angular de los radios de la polea secundaria 570. Como se representa, la zona de influencia Z11 puede proporcionar una fuerza de elevación relativamente consistente (como representa la porción relativamente recta de RM etiquetada "Z11" en la figura 16C. La zona de influencia Z12 puede estar asociada con la fuerza de elevación variable, como representa la forma relativamente curvada de RM etiquetada "Z12" en la figura 16C. Así, la fuerza de elevación en el brazo del usuario puede conformarse según sea preciso o se desee.

30 Pasando a las figuras 17A y 17B, se representa una realización alternativa de una polea secundaria 660 que incluye una forma sustancialmente simétrica (por ejemplo, circular) incluyendo una ranura de cable 662 en la que puede recibirse un cable de elemento elástico 634 (no representado, véase, por ejemplo, las figuras 14C-14D). El cable de elemento elástico 634 puede unirse a la polea secundaria 660 en el punto de unión de cable 666, de forma similar a la realización anterior. El agujero de rotación de polea 664 proporciona un pivote para la polea secundaria 660, es decir, que puede estar acoplada al pivote de polea 572 con la polea primaria 564 de las figuras 14c-14D (de tal manera que las poleas circulares estén radialmente desviadas una de otra).

40 Como se puede ver en la figura 17B, la distancia desde el agujero de rotación de polea 664 a la ranura de cable 662 puede variarse a voluntad para gestionar la fuerza de elevación en un brazo (soportado por un conjunto de soporte de brazo incluyendo la polea secundaria 660), incluso cuando la fuerza elástica de un elemento elástico del conjunto de soporte de brazo aumenta mediante desplazamiento. Por ejemplo, el radio R28 difiere del radio R29. Una fuerza tangencial (proporcionada, por ejemplo, por un cable de elemento elástico, no representado), que actúa en cualquier radio dado, tendrá más (o menos) influencia en base a la longitud del radio. La longitud y la relación angular de los radios se puede variar para producir una fuerza de elevación deseada en el brazo del usuario.

45 Pasando a la figura 17C, se representa un gráfico ejemplar del momento de peso del brazo, el momento de elevación y el momento resultante para la polea secundaria 660. Los momentos pueden actuar alrededor del pivote horizontal de hombro 584 (definido también por el eje Dahl o Dahr, como se representa en las figuras 14A y 14B) del conjunto de soporte de brazo 505 incluyendo la polea secundaria 660. El peso de brazo W_a proporciona un momento negativo AWM alrededor del pivote horizontal de hombro 584, que actúa para girar el conjunto de soporte de brazo 505 hacia abajo. El momento negativo AWM depende del ángulo de entrada Θ , el ángulo relativo del eje principal del conjunto de soporte de brazo 505 a la horizontal. El conjunto de soporte de brazo 505, que actúa a través del sistema de muelles, cables, y poleas descrito anteriormente, proporciona un momento (elevación) positivo AASM alrededor del pivote horizontal de hombro 584, que actúa para girar el conjunto de soporte de brazo 505 hacia arriba. El momento positivo AASM depende del ángulo de entrada Θ , el ángulo relativo del eje principal del conjunto de soporte de brazo 505 a la horizontal. El momento resultante RM es la suma de AWM y AASM. Como se ha explicado con referencia a la figura 17B, radios diferentes (por ejemplo, R28 y R29) en la polea secundaria 660 pueden proporcionar diferentes cantidades de fuerza de elevación a ángulos de entrada diferentes, creando un perfil de fuerza de elevación que difiere del de la polea secundaria 570 (explicada con referencia a las figuras 17A-C). Así, la fuerza de elevación en el brazo del usuario puede conformarse a voluntad. Se apreciará que se contemplan otras numerosas formas y/o tamaños de polea. Opcionalmente, cualquier polea primaria y/o polea secundaria puede ser rotacionalmente ajustable una con relación a otra, a voluntad, por el usuario, por ejemplo, para cambiar las características del perfil de fuerza de elevación proporcionado por el conjunto de soporte de brazo 505.

65

Pasando a la figura 18, se representa una disposición ejemplar de fuerzas que actúan en el sistema adaptativo de soporte de brazo 500 de las figuras 14A y 14B. El peso de brazo W_a actúa en el apoyabrazos 600, impartiendo al sistema adaptativo de soporte de brazo 500 fuerzas y momentos a los que debe resistir las porciones del cuerpo del usuario U para mantener el equilibrio estático. Por ejemplo, la cadera H del usuario puede proporcionar una fuerza de reacción de cadera R_h , que actúa para resistir el peso W_a . Igualmente, otras porciones del cuerpo pueden proporcionar tales fuerzas de reacción, tal como la fuerza de reacción de hombro R_s , la fuerza de reacción de espalda R_b , la fuerza de reacción de cintura R_w , y/o la fuerza de reacción de regazo R_l . Así, el peso de brazo W_a puede ser distribuido por el sistema adaptativo de soporte de brazo 500 sobre otras porciones del cuerpo, aliviando los músculos de la espalda y del hombro del usuario, que se emplean de ordinario para mantener los brazos extendidos o levantados. Además, el peso de brazo W_a puede ser transmitido a través del sistema adaptativo de soporte de brazo 500 a una estructura externa, tal como una mesa o carril (no representado), que puede proporcionar una o varias fuerzas de reacción de mesa R_t , como se describe aquí en otro lugar.

Pasando a las figuras 19A y 19B, se representan vistas ejemplares del sistema adaptativo de soporte de brazo 500 de las figuras 14A y 14B. Como se representa, uno de los conjuntos de soporte de brazo 505 (para el brazo izquierdo de un usuario, no representado) se puede girar alrededor del eje D_{avl} , como representa el arco Pr_{12} , y aproximadamente a lo largo del recorrido de rotación Pr_{13} . Dado el soporte del conjunto de soporte de brazo 505 y la mínima resistencia a la rotación proporcionada por la horquilla de soporte de hombro 550, tal rotación puede acomodarse sin requerir energía adicional del usuario.

Pasando a las figuras 19C-19E, se representan vistas adicionales del sistema adaptativo de soporte de brazo 500 de las figuras 14A y 14B en las que ambos conjuntos de soporte de brazo 505 se han separado del conjunto de arnés 510 (representándose todavía en la figura 19C solamente un conjunto de soporte de brazo 505 para facilitar la observación de otros componentes del sistema 500). El conjunto de arnés 510 puede incluir uno o varios pivotes sustancialmente verticales además del pivote o pivotes verticales de hombro 552. Estos pivotes verticales adicionales sirven para aumentar la comodidad y la flexibilidad, así como el rango del conjunto de arnés 510. Por ejemplo, el tubo o tubos de soporte de hombro 546 puede girar alrededor del pivote o pivotes de tubo de hombro 629 en el casquillo o casquillos de tubo superior 628 alrededor del eje de tubo de hombro FP_{asl} y el eje de tubo de hombro FP_{asr} . Igualmente, el tubo o tubos de abdomen 542 pueden girar alrededor del pivote de tubo de abdomen 627 en el casquillo o casquillos de tubo inferior 626 alrededor del eje de tubo de abdomen FP_{aal} y del eje de tubo de abdomen FP_{aar} . Estos pivotes adicionales pueden servir para aumentar la flexibilidad del conjunto de arnés 510, pero trasladando fuerzas deseadas, como se describe mejor más adelante.

Por ejemplo, el pivote de tubo de abdomen 627 puede facilitar el ponerse y/o quitarse el sistema adaptativo de soporte de brazo 500. Como se representa en la figura 19D, la correa 538 puede abrirse en el cierre de correa 540, aproximadamente a lo largo del recorrido de abertura de correa P_{bo1} . Para poder abrir completamente la correa 538, el tubo o tubos de abdomen 542, que pueden ser sustancialmente rígidos, y/o estar unidos a la correa 538 con la abrazadera o abrazaderas de correa-tubo 544, pueden pivotar alrededor del eje de tubo de abdomen FP_{aal} y del eje de tubo de abdomen FP_{aar} , aproximadamente a lo largo del recorrido de pivote de tubo de abdomen P_{p11} y del recorrido de pivote de tubo de abdomen P_{p12} , respectivamente. Esta acción puede permitir abrir suficientemente la correa 538 para que el usuario se ponga el sistema adaptativo de soporte de brazo 500, por ejemplo, abriendo el sistema 500 de forma similar a una camisa, deslizando los brazos a través de los espacios debajo de las almohadillas de hombro 520 y luego sobre la cabeza y los hombros del usuario (no representado).

Además, como se representa en la figura 19E, un tubo de soporte de hombro 546 (en este caso el tubo de soporte de hombro derecho 546) puede pivotarse hacia atrás alrededor del eje de tubo de hombro FP_{asr} (no representado, véase, por ejemplo, la figura 19D)), en el pivote de tubo de hombro 629 en el casquillo de tubo superior 628, aproximadamente a lo largo del recorrido de pivote de tubo de hombro P_{p14} , proporcionando así al conjunto de arnés 510 mayor flexibilidad en el hombro, que puede mejorar la movilidad y la comodidad del usuario.

Pasando a las figuras 20A-20D, puede ser ventajoso usar el sistema adaptativo de soporte de brazo 500 para transferir todo el peso o una porción del peso de los brazos y/o la parte superior del cuerpo del usuario a otra estructura (por ejemplo, a una mesa, no representada), para reducir las cargas de reacción en el cuerpo del usuario (por ejemplo, como se explica con referencia a la figura 18). Por ejemplo, el sistema 500 puede incluir una ménsula de transferencia de carga 702, por ejemplo, unida a varios puntos en el conjunto de arnés 510, que puede adaptarse para el montaje de varios accesorios de transferencia de carga al sistema 500, como se describe mejor más adelante.

Como se representa en las figuras 20A y 20C, la ménsula de transferencia de carga 702 puede estar acoplada a uno o varios de la correa 538, el tubo de abdomen 542, la abrazadera de correa-tubo 544, y/u otra porción del conjunto de arnés 510 adecuada para transmitir carga. La ménsula de transferencia de carga 702 puede incluir un pivote de ménsula de transferencia de carga 704, alrededor del que la ménsula de transferencia de carga 702 puede girar, por ejemplo, entre una posición abierta (representada en las figuras 20A y 20B) y una posición cerrada (representada en las figuras 20C y 20D). La ménsula de transferencia de carga 702 puede incluir una lengüeta de transferencia de carga 706 para permitir el montaje de varios accesorios de transferencia de carga, como los descritos mejor más adelante. La tira de transferencia de carga 712, que incluye el pivote de tira de transferencia de

carga 714 (alrededor del que puede girar), puede ir montada en otra porción del conjunto de arnés 510, por ejemplo, en general enfrente de la ménsula de transferencia de carga 702.

Como se ve mejor en la figura 20B, la ménsula de transferencia de carga 702 y la tira de transferencia de carga 712 están separadas, es decir, en la posición abierta, para poder ponerse o quitarse el sistema adaptativo de soporte de brazo 500, como se describe aquí en otro lugar. Un cierre de ménsula de transferencia de carga 710 permite que la ménsula de transferencia de carga 702 y la tira de transferencia de carga 712 se unan de forma sustancialmente rígida, por ejemplo, como se ve mejor en la figura 20D. Por ejemplo, después de ponerse el sistema 500, la ménsula de transferencia de carga 702 se puede girar alrededor del pivote de ménsula de transferencia de carga 704, y a continuación la tira de transferencia de carga 712 se puede girar alrededor del pivote de tira de transferencia de carga 714. El cierre de ménsula de transferencia de carga 710 puede engancharse entonces para unir la ménsula de transferencia de carga 702 y la tira de transferencia de carga 712.

Una vez unidas, la ménsula de transferencia de carga 702 y la tira de transferencia de carga 712 pueden proporcionar una estructura sustancialmente rígida acoplada al conjunto de arnés 510, en el que se pueden montar varios accesorios de transferencia de carga. En realizaciones ejemplares, el cierre de ménsula de transferencia de carga 710 puede ser una hebilla, retén, sujetador tipo bardana, broche, rígido, flexible, acolchado y análogos (no representado). El cierre de ménsula de transferencia de carga 710 puede ser flexible, rígido, rígido en un eje solamente, rígido en más de un eje, rígido en torsión, articulado, unido, ajustable, de empuje por muelle, acolchado, ventilado y análogos. El cierre de ménsula de transferencia de carga 710 se puede formar de varios materiales, tal como metal, polímero, elastómero, otros materiales, o una combinación de los mismos.

Pasando a las figuras 21A-21C, el sistema adaptativo de soporte de brazo 500 se representa siendo transferidas las cargas desde el sistema 500 a una mesa T1 a través de un montaje, a saber, un gancho de mesa 720 montado en la ménsula de transferencia de carga 702, por ejemplo, con el fin de reducir (o eliminar) las cargas de reacción en el cuerpo del usuario (por ejemplo, las cargas de reacción descritas aquí en otro lugar con referencia a la figura 18).

Como se representa, el usuario U puede transferir parte o todo el peso del sistema adaptativo de soporte de brazo 500, los brazos de usuario U, y/o cualesquiera herramientas u otros objetos sujetos por usuario U a una estructura externa apropiada, tal como la mesa T1. El usuario puede acercarse e inclinarse contra la mesa T1 para transferir cargas del peso o pesos. El gancho de mesa 720, montado en el conjunto de arnés 510 mediante la ménsula de transferencia de carga 702, puede ser dirigido por el usuario U para enganchar un borde apropiado de la mesa T1, por ejemplo, para permitir la transferencia de fuerzas desde el sistema adaptativo de soporte de brazo 500 a la mesa T1.

Como se ve mejor en las figuras 21B y 21C, el gancho de mesa 720, fijado a la lengüeta de transferencia de carga 706 de la ménsula de transferencia de carga 702, engancha el borde de la mesa T1, permitiendo que el usuario U apoye el sistema adaptativo de soporte de brazo 500 en el borde de la mesa T1, aliviando por ello las cargas de reacción en el cuerpo del usuario (de nuevo descrito aquí en otro lugar con referencia a la figura 18). En la realización que se ve mejor en la figura 21C, el gancho de mesa incluye una lengüeta de gancho de mesa 724, un dispositivo de entrada opcional de gancho de mesa 726, y una cola de gancho de mesa 728. La lengüeta de gancho de mesa 724 puede proporcionar una estructura que puede impartir una fuerza vertical (hacia abajo) (el peso del sistema adaptativo de soporte de brazo 500, los brazos del usuario U, y/o cualesquiera herramientas u otros objetos que sujete el usuario U) transferida desde el conjunto de arnés 510 a la mesa T1, que se equilibra (por ejemplo) por una fuerza vertical de reacción de mesa R_{tv1} , como se representa en la figura 21C.

El dispositivo de entrada opcional de gancho de mesa 726 puede estar ahusado o conformado de otro modo para facilitar el enganche con la mesa T1, por ejemplo, para deslizar a lo largo del borde de la mesa T1 hasta que la lengüeta de gancho de mesa 724 contacte la mesa T1. La cola de gancho de mesa 728 puede proporcionar una estructura que puede impartir una fuerza horizontal (a un lado) transferida desde el conjunto de arnés 510 a la mesa T1, que puede equilibrarse con una fuerza similar de reacción horizontal de mesa R_{th} , también representada en la figura 21C. Opcionalmente, el gancho de mesa 720 puede ser ajustable con relación a la lengüeta de transferencia de carga 706 de la ménsula de transferencia de carga 702, por ejemplo, usando un botón de ajuste 730 para ajustar la longitud del gancho de mesa 720 (es decir, ajustar la distancia desde la lengüeta de transferencia de carga 706 a la lengüeta de gancho de mesa 724), para optimizar el enganche del gancho de mesa 720 con la mesa T1 para un usuario U dado. Además o alternativamente, se pueden prever otros mecanismos de ajuste, tal como clips, trinquetes, sujetadores tipo bardana, tornillos, y análogos (no representados).

El gancho de mesa 720 puede ser sustancialmente rígido para transferir todas las fuerzas del conjunto de arnés 510 a la mesa T1, puede ser semirrígido, flexible, y/o puede ser articulado, empujado por muelle, amortiguado, compresible, curvable, flexible en un eje solamente, o flexible en dos o más ejes, y análogos. El gancho de mesa 720 se puede formar de varios materiales, tal como metal, polímero, elastómero, o una combinación de los mismos. Opcionalmente, el gancho de mesa 720 puede incluir elementos adicionales para contactar la mesa T1 además o en lugar de la lengüeta de gancho de mesa 724, tal como una o más zapatas, patines, rodillos, ruedas, bolas, pasadores, tablillas, sujetadores tipo bardana, imanes, elementos de vacío y análogos (no representados).

Pasando a las figuras 21D y 21E, se representa otro ejemplo de un accesorio de unión, a saber, una abrazadera de mesa 734, que puede acoplarse al sistema adaptativo de soporte de brazo 500 (o cualquier otra realización) para transferir cargas a una mesa T1 u otra estructura. Como se representa, la abrazadera de mesa 734 se fija a la lengüeta de transferencia de carga 706 de la ménsula de transferencia de carga 702, por ejemplo, con el botón de ajuste 730. La abrazadera de mesa 734 puede enganchar el borde de la mesa T1, permitiendo al usuario U apoyar el sistema adaptativo de soporte de brazo 500 en el borde de la mesa T1. La abrazadera de mesa 734 también puede permitir al usuario U inclinarse hacia delante (no representado), aplicar un momento a la mesa T1 hasta que un momento de reacción en la abrazadera de mesa 734, impartido por la mesa T1, resista el movimiento. Así, el peso de la parte superior del cuerpo del usuario puede ser soportado en equilibrio estático cuando el usuario U se inclina sobre la mesa T1.

Pasando a la figura 21E, se representan fuerzas ejemplares que la abrazadera de mesa 734 puede transferir entre el sistema adaptativo de soporte de brazo 500 y la mesa T1. Como se representa, la abrazadera de mesa 734 incluye una lengüeta superior de abrazadera de mesa 736 que engancha la encimera de la mesa Ti. La lengüeta superior de abrazadera de mesa 736 proporciona una estructura que imparte una fuerza vertical (hacia abajo) transferida desde el conjunto de arnés 510 a la mesa T1, que es equilibrada (por ejemplo) por una fuerza vertical de reacción de mesa Rtv1. La abrazadera de mesa 734 también incluye una lengüeta inferior de abrazadera de mesa 742 que engancha la parte inferior de la mesa Ti, y proporciona una estructura que puede impartir una fuerza vertical (hacia arriba) transferida desde el conjunto de arnés 510 a la mesa T1, que puede ser equilibrada por una fuerza vertical de reacción de mesa Rtv2. La abrazadera de mesa 734 también incluye una parte trasera de abrazadera de mesa 740 que proporciona una estructura, que puede impartir una fuerza horizontal (a un lado) transferida desde el conjunto de arnés 510 a la mesa T1, y que puede ser equilibrada por una fuerza horizontal similar de reacción de mesa Rth.

Opcionalmente, la abrazadera de mesa 736 puede incluir un dispositivo de entrada superior de abrazadera de mesa 738 y/o un dispositivo de entrada inferior de abrazadera de mesa 744, que pueden facilitar el enganche de la abrazadera de mesa 734 a la mesa T1. Juntas, la fuerza vertical de reacción de mesa Rtv1 y la fuerza vertical de reacción de mesa Rtv2 pueden proporcionar un momento reactivo en el conjunto de arnés 510, resistir el momento impartido a la mesa T1, por ejemplo, al inclinarse el usuario U hacia delante.

La abrazadera de mesa 734 puede ser ajustable con relación a la lengüeta de transferencia de carga 706 de la ménsula de transferencia de carga 702, por ejemplo, usando un botón de ajuste 730, para optimizar el enganche de la abrazadera de mesa 734 con la mesa T1 para un usuario U dado, de forma similar a otras realizaciones. Además o alternativamente, se puede prever otros mecanismos de ajuste, por ejemplo, clips, trinquetes, sujetadores tipo bardana, tornillos y análogos (no representados).

La abrazadera de mesa 734 puede ser sustancialmente rígida, flexible, articulada, empujada por muelle, amortiguada, compresible, curvable, flexible en un eje solamente, y/o flexible en dos o más ejes, de forma similar a otras realizaciones. La abrazadera de mesa 734 se puede formar a partir de varios materiales, tal como metal, polímero, elastómero, o una combinación de los mismos, y/o puede incluir elementos adicionales para contactar la mesa T1, tal como una o varias almohadillas, patines, rodillos, ruedas, bolas, pasadores, tablillas, sujetadores tipo bardana, imanes, vacío, etc (no representados), también de forma similar a otras realizaciones.

Pasando a las figuras 22A y 22B, se representa otra realización ejemplar de un accesorio de unión, a saber, una abrazadera de carga 754, que puede acoplarse al sistema adaptativo de soporte de brazo 500 (o cualquier otra realización) para transferir cargas a una mesa especial T2. Como se representa, la mesa especial T2 puede tener un carril 748, por ejemplo, que se extiende una distancia predeterminada a lo largo de un borde de la mesa T2, por ejemplo, a lo largo de todo el borde o a lo largo de una longitud correspondiente a una estación de trabajo (no representada). El carril 748 puede montarse en la mesa T2 con uno o varios montajes de carril 749 (representados en la figura 22B). Además o alternativamente, el carril 748 puede montarse en la mesa T2 directamente, o a través de una cortina o cubierta (no representada).

Para acomodar la unión de la abrazadera de carga 754, un calzo de carga 750 está montado en la lengüeta de transferencia de carga 706 de la ménsula de transferencia de carga 702. La abrazadera de carga 754 puede montarse ajustablemente en el calzo de carga 750 usando uno o más conectores convencionales, tal como una corredera, cola de milano, y análogos. La abrazadera de carga 754 puede ajustarse hacia arriba o hacia abajo con relación al calzo de carga 750 para optimizar el enganche de la abrazadera de carga 754 con la mesa T2 para un usuario U dado. Como se ve mejor en la figura 22, la abrazadera de carga 754 incluye una lengüeta delantera de abrazadera de carga 756, una lengüeta trasera de abrazadera de carga 758, y una chapa superior de abrazadera de carga 749, que están configuradas para envolver al menos parcialmente o enganchar de otro modo el carril 748 para proporcionar una estructura que resista fuerzas verticales, fuerzas horizontales, y/o momentos (similares a los mecanismos de montaje aquí descritos en otro lugar, por ejemplo, con referencia a las figuras 21D-E).

En algunas aplicaciones, el usuario U y/o el soporte de brazo adaptativo 500 puede estar dentro de ropa protectora, tal como una bata quirúrgica estéril u otra prenda de vestir G, como se representa parcialmente en las figuras 22B y 22D. En una realización, una porción del accesorio de unión (por ejemplo, la abrazadera de carga 754 representada

en la figura 22) puede estar fuera de la ropa protectora, por ejemplo, dentro del campo estéril o protegido, y otra porción (por ejemplo, el calzo de carga 750 al que se une la abrazadera de carga 754, como se representa en la figura 22) puede estar debajo de la ropa protectora, y el accesorio de unión puede conectar con ella a través de la ropa protectora. En otra realización, el accesorio de unión puede estar debajo de la ropa protectora, por ejemplo, fuera del campo estéril o protegido (por ejemplo, el gancho de carril 746 representado en la figura 22D y descrito mejor más adelante).

La ropa protectora puede incluir elementos especiales, por ejemplo, para proteger la ropa contra la abrasión producida por el carril 748 (por ejemplo, un parche protector, no representado), y/o para facilitar la conexión de la abrazadera de carga 754 al calzo de carga 750 a través de la ropa protectora (por ejemplo, un clip moldeado, que tampoco se representa).

Como se representa en la figura 22B, la prenda de vestir G puede estar fijada entre el calzo de carga 750 y la abrazadera de carga 754. De esta manera, pueden transmitirse fuerzas desde el conjunto de arnés 510 a través de la prenda de vestir G al carril 748. Una ventaja de que la abrazadera de carga 754 esté fuera de la prenda de vestir G es que la abrazadera de carga 754 puede incluir elementos para interfaz con el carril 748 que son incompatibles con estar cubiertos con una prenda de vestir (tal como rodillos, clips, retenes, patines y análogos (no representados)).

Opcionalmente, la prenda de vestir G puede tener un elemento de interfaz moldeado, extrusionado o formado de otro modo (no representado), que puede facilitar y/u optimizar el montaje de la abrazadera de carga 754. En una realización alternativa, la abrazadera de carga 754 puede estar preunida o incorporada de otro modo a la prenda de vestir G.

Pasando a las figuras 22C y 22D, se representa otra realización ejemplar de un accesorio de unión, a saber, un gancho de carril 746, que puede acoplarse al sistema adaptativo de soporte de brazo 500 (o cualquier otra realización) para transferir cargas a una mesa especial T2. De forma similar al gancho de mesa 720 representado en la figura 21C, el gancho de carril 746 proporciona una estructura que puede impartir una fuerza vertical (hacia abajo) (el peso del sistema adaptativo de soporte de brazo 500, los brazos del usuario U, y/o cualesquiera herramientas u otros objetos que sujete el usuario U) transferida desde el conjunto de arnés 510 a través de una lengüeta de gancho de carril 766 a la mesa T2, y/o impartir una fuerza horizontal (a un lado) transferida desde el conjunto de arnés 510 a través de una cola de gancho de carril 769 a la mesa T2. Opcionalmente, como se ve mejor en la figura 22D, el gancho de carril 746 puede incluir un dispositivo de entrada de lengüeta de carril 747 en la lengüeta de gancho de carril 766, que puede facilitar el enganche del gancho de carril 746 al carril 748. Además o alternativamente, el gancho de carril 746 puede ser ajustable con relación a la lengüeta de transferencia de carga 706 de la ménsula de transferencia de carga 702, por ejemplo, usando un botón de ajuste 730 u otro mecanismo (no representado), para optimizar el enganche del gancho de carril 746 con la mesa T2 para un usuario U dado, de forma similar a otras realizaciones. Alternativamente, se puede prever otros mecanismos de ajuste, por ejemplo, clips, trinquetes, sujetadores tipo bardana, tornillos, y análogos (no representados).

El gancho de carril 746 puede ser sustancialmente rígido, flexible, articulado, empujado por muelle, amortiguado, compresible, curvable, flexible en un eje solamente, o flexible en dos o más ejes, y/o se puede formar a partir de varios materiales, tal como metal, polímero, elastómero, o una combinación de los mismos. Además o alternativamente, el gancho de carril 746 puede tener elementos adicionales para contactar el carril 748, tales como zapatas, patines, rodillos, ruedas, bolas, pasadores, tablillas, sujetadores tipo bardana, imanes, vacío, y análogos (no representados), todos similares a otras realizaciones.

Con referencia especial a la figura 22D, el usuario U y/o el sistema adaptativo de soporte de brazo 500 puede estar dentro de ropa protectora, tal como la prenda de vestir G (parcialmente representada en la figura 22D), tal como una bata quirúrgica estéril, un mono, una camisa, un delantal, una sábana, o un parche montado en una prenda de vestir existente. La prenda de vestir G se puede formar a partir de varios materiales, tales como tejido, película de polímero, una membrana, y/o puede ser sustancialmente estanca a los líquidos, hermética, resistente a la abrasión, resistente al calor, resistente a los productos químicos, resistente a la radiación y análogos.

En una realización, el gancho de carril 746 puede estar debajo de la prenda de vestir G, como se representa en la figura 22D, de tal manera que el material de la prenda de vestir contacte directamente el carril 748 y el gancho de carril 746 solamente enganche indirectamente el carril 748 a través de la prenda de vestir G. Opcionalmente, la prenda de vestir G puede incluir elementos especiales, por ejemplo, un parche resistente a la abrasión (no representado), para proteger la prenda de vestir G contra la abrasión debida a contacto con el carril 748 y/u otras estructuras. Otros elementos especiales pueden incluir componentes moldeados, extrusionados o formados de otro modo (no representados) unidos a la prenda de vestir G, por ejemplo, para facilitar el enganche del gancho de carril 746 al carril 748 a través de la prenda de vestir G. Por ejemplo, un protector moldeado o clip (no representado), unido a la prenda de vestir G (y posiblemente en interfaz con el gancho de carril 746) puede proporcionar elementos que ayudan a la unión, retención, gestión de rozamiento, ajuste, relleno, amortiguamiento, resiliencia y análogos.

Pasando a las figuras 23A y 23B, se representa otra realización ejemplar de un accesorio de unión, a saber, un gancho de mesa 760, que puede acoplarse al sistema adaptativo de soporte de brazo 500 (o cualquier otra realización) para transferir cargas a una mesa T3 antes de que el usuario se siente.

5 De forma similar al gancho de mesa 720 representado en las figuras 21A-C, el gancho de mesa 760 puede estar adaptado para una posición sentada donde el usuario U está sentado en una silla C1 junto a la mesa T3, es decir, para transferir cargas desde el sistema adaptativo de soporte de brazo 500 a la mesa T3. La carga también puede soportarla el regazo del usuario U, por ejemplo, definida por la fuerza de reacción de regazo R1 (representada en la figura 18). Opcionalmente, como con otras realizaciones, la transferencia de cargas desde el sistema adaptativo de
10 soporte de brazo 500 a la mesa T3 puede lograrse a través de una bata protectora, cortina, cubierta, u otra barrera protectora (no representada). Como se ve mejor en la figura 23B, el gancho de mesa 760 incluye una lengüeta de gancho de mesa 762, que realiza una función similar a la lengüeta de gancho de mesa 724 del gancho de mesa 720 de las figuras 21A-C.

15 Pasando a las figuras 23C y 23D, se representa otra realización de un accesorio de unión, a saber, una abrazadera de mesa 766, que puede acoplarse al sistema adaptativo de soporte de brazo 500 (o cualquier otra realización) para transferir cargas a una mesa T3 antes de que el usuario se siente. De forma similar a la abrazadera de mesa 734 representada en las figuras 21D-E, la abrazadera de mesa 766 incluye una lengüeta superior de abrazadera II 768, una lengüeta inferior de abrazadera II 770, y una parte trasera de abrazadera II 772, que realizan funciones
20 similares a la lengüeta superior de abrazadera de mesa 736, la lengüeta inferior de abrazadera de mesa 742, y la parte trasera de abrazadera de mesa 740, respectivamente, de la abrazadera de mesa 734, pero adaptadas a un usuario U sentado en una silla C1 junto a la mesa T3, para transferir cargas desde el sistema adaptativo de soporte de brazo 500 a la mesa T3.

25 Pasando a las figuras 24A y 24B, se representa otra realización de un accesorio de unión, a saber, una almohadilla de transferencia de carga 768, que puede acoplarse al sistema adaptativo de soporte de brazo 500 (o cualquier otra realización) para transferir cargas a una mesa T1 u otra estructura (por ejemplo, un bastidor de coche u otra estructura) antes de que el usuario esté de pie. De forma similar a otros accesorios de montaje, la almohadilla de transferencia de carga 768 se une a la ménsula de transferencia de carga 702 del sistema 500, y engancha el borde
30 de la mesa T1 en el punto de contacto de transferencia 770. La almohadilla de transferencia de carga puede ser elástica y/o se puede desviar en el punto de contacto de transferencia 770, por ejemplo, permitiendo incrustar parcialmente el borde de la mesa T1 en la cara de la almohadilla de transferencia de carga 768. La almohadilla de transferencia de carga 768 puede tener una superficie de contacto sustancialmente plana, abovedada, cóncava, convexa, curvada, o de otra forma, y/o se puede formar de materiales relativamente blandos, rígidos y/o pegajosos,
35 por ejemplo, de metal, polímero, elastómero, o una combinación de los mismos.

Pasando a las figuras 25A y 25B, se representa una realización alternativa de un conjunto de soporte de brazo 505 que incluye un apoyabrazos pivotante 600. El apoyabrazos 600 puede estar configurado para pivotar alrededor del pivote de apoyabrazos 780 situado en la lengüeta de pivote de apoyabrazos 782 del chasis 580, por ejemplo, con el fin de acomodar el ángulo del brazo del usuario (no representado). Como se representa en la figura 25A, la superficie superior del apoyabrazos 784 está basculada hacia arriba en el ángulo A20, mientras que, en la figura 25B, la superficie superior del apoyabrazos 784 está basculada hacia abajo en el ángulo A21.

45 Además o alternativamente, puede preverse un conjunto de soporte de brazo 505 que incluye un apoyabrazos de traslación 600. El apoyabrazos 600 puede incluir una base de corredera de apoyabrazos 796 montada fijamente en el chasis 580. Una corredera de apoyabrazos 798 está unida de forma deslizante a la base de corredera de apoyabrazos 796, y fijada al apoyabrazos 600, con el fin de acomodar la posición del brazo del usuario. Como se representa en la figura 26A, la corredera de apoyabrazos 798 está alejada de la base de corredera de apoyabrazos 796 la distancia X5, mientras que, en la figura 26B, la corredera de apoyabrazos 798 está alejada de la base de corredera de apoyabrazos 796 la distancia X6 (más grande que la distancia X5), indicando la traslación del apoyabrazos 600 a lo largo del eje longitudinal del chasis 580. Se apreciará que la corredera de apoyabrazos 798 puede estar fijada en una pluralidad de posiciones a lo largo de la base de corredera de apoyabrazos 796, por ejemplo, dependiendo del número de posiciones disponibles, y/o puede ser capaz de traslación libre. Opcionalmente, el apoyabrazos 600 puede ser pivotable y trasladable.

55 Pasando a las figuras 27A-27B, se representa otra realización de un soporte de brazo adaptativo 500 que incluye un apoyabrazos 800 incluyendo un apoyaantebrazo 814, que puede ser deseable por usuarios que prefieran disponer de cierto soporte de su antebrazo FAR, así como la parte superior del brazo. Como se ve mejor en la figura 27A, el apoyabrazos 800 incluye una tira superior de apoyabrazos 802 y una almohadilla de ménsula de pivote 804. La tira superior de apoyabrazos 802 puede servir para asegurar que el brazo Ar del usuario U permanezca enganchado con el apoyabrazos 800, por ejemplo, aunque el usuario U levante el brazo Ar con relación al conjunto de soporte de brazo 505.

65 Como se ve mejor en la figura 27A, la almohadilla de ménsula de pivote 804 proporciona una posición de montaje para una ménsula de pivote 806, que está fijada sustancialmente o unida de otro modo a la almohadilla de ménsula de pivote 804, por ejemplo, en el punto de unión de ménsula de pivote 808. La ménsula de pivote 806 incluye un

casquillo de ménsula de pivote 810, y el apoyaantebrazo 814 incluye un eje de pivote de apoyaantebrazo 816 y una superficie de contacto de apoyaantebrazo 818. El eje de pivote de apoyaantebrazo 816 y el casquillo de ménsula de pivote 810 cooperan para formar el pivote 812 alrededor del que puede girar el apoyaantebrazo 814, por ejemplo, como define el eje de giro de antebrazo F_Rar, que puede coincidir con el codo E del usuario U. El antebrazo F_Rar puede contactar en general el apoyaantebrazo 814 en la superficie de contacto de apoyaantebrazo 818.

En las figuras 27B y 27C, el apoyaantebrazo 814 se representa adyacente al brazo del usuario U para facilitar la identificación del apoyaantebrazo 814. Como se representa en la figura 27B, el apoyaantebrazo 814 se representa con el antebrazo F_Rar sustancialmente recto, por ejemplo, definiendo un ángulo A24 con respecto a la línea media del apoyabrazos 800. En la figura 27C, el apoyaantebrazo 824 se representa con el antebrazo F_Rar curvado hacia dentro, por ejemplo, de tal manera que el apoyaantebrazo 814 describa el ángulo A25 con respecto a la línea media del apoyabrazos 800.

Pasando a la figura 28, se representa otra realización de un conjunto de soporte de brazo 505 que incluye un apoyabrazos del tipo de cabestrillo, por ejemplo, para usuarios que desean un apoyabrazos del tipo de "cabestrillo" o "hamaca". El conjunto de soporte de brazo 505 incluye una ménsula de apoyabrazos de cabestrillo 824, por ejemplo, unida al chasis 580 en la lengüeta de pivote de apoyabrazos 782, y una envuelta de apoyabrazos de cabestrillo 826 unida a la ménsula de apoyabrazos de cabestrillo 824 en el montaje de apoyabrazos de cabestrillo 828. La unión de apoyabrazos de cabestrillo 828 puede ser sustancialmente rígida, flexible, o pivotable. Un cabestrillo 830 está montado en la envuelta de apoyabrazos de cabestrillo 826 en ambos extremos, creando un asiento de cabestrillo 832. El cabestrillo 830 puede ser flexible, semiflexible, y/o puede estar acolchado, formado de malla, ser elástico, y/o de otro material, a voluntad. Además o alternativamente, el apoyabrazos 800 (o cualquiera de los otros apoyabrazos aquí descritos) puede incluir una o varias tiras u otros elementos de fijación (no representados), que pueden estar envueltos o enganchados de otro modo alrededor de un brazo del usuario para fijar el brazo del usuario en el apoyabrazos.

Pasando a las figuras 29A-29E, se representa otra realización de un sistema adaptativo de soporte de brazo 500 que incluye conjuntos de soporte de brazo 505 capaces de almacenamiento de retroceso. Por ejemplo, en algunas aplicaciones, se puede disponer un eje de pivote adicional en el conjunto de arnés 510, por ejemplo, para poder elevar el conjunto de soporte de brazo 505 a voluntad durante el uso, y/o hacerse volver sobre el hombro del usuario U y fijarlo en posición cuando no esté en uso.

En la realización representada, se han dispuesto un eje de retroceso F_Bal (izquierdo) y un eje de retroceso F_Bar (derecho) para que cada conjunto de soporte de brazo 505 pueda pivotarse selectivamente hacia atrás sobre el hombro del usuario U para almacenamiento. Por ejemplo, como se ve mejor en las figuras 29B y 29C, la abrazadera de retroceso I 854 y la abrazadera de retroceso II 856 pueden crear conjuntamente un pivote de retroceso 858, que también se define por el eje de retroceso F_Bar (derecho), alrededor del que la abrazadera de retroceso II 856 y el conjunto de soporte de brazo 505 pueden girar. Un elemento elástico, tal como un muelle de torsión (no representado), puede empujar la abrazadera de retroceso II 856 y el conjunto de soporte de brazo 505 para que giren en una dirección preferente, por ejemplo, hacia arriba (por ejemplo, para servir de ayuda en la realización de tareas altas incrementando el rango del conjunto de soporte de brazo 505, elevando al menos el peso del conjunto de soporte de brazo 505 propiamente dicho). La abrazadera de retroceso I 854 puede ir montada fijamente en el tubo de montaje de retroceso 850 (y por ello en el conjunto de arnés 510).

El montaje de pivote de hombro 548 está montado en la abrazadera de retroceso II 856. Cuando la abrazadera de retroceso II 856 gira con relación a la abrazadera de retroceso I 854 alrededor del pivote 858, el conjunto de soporte de brazo 505 (no representado, véanse, por ejemplo, las figuras 29B-29E)), que está montado en la abrazadera de retroceso II 856 mediante el montaje de pivote de hombro 548, la horquilla de pivote de hombro 550, y la barra de soporte 554, también gira.

Como se ve mejor en la figura 29C, la abrazadera de retroceso I 854 está montada fijamente en el tubo de montaje de retroceso 850. La abrazadera de retroceso II 856, que gira con relación a la abrazadera de retroceso I 854 alrededor del pivote 858 y el eje de retroceso (derecho) F_Bar, debe estar limitada en su rotación con el fin de soportar el peso del brazo del usuario (no representado). El pasador de tope de retroceso 864 es empujado al agujero de pasador de tope 868 o se monta de otro modo en la abrazadera de retroceso II 856. El extremo libre de pasador de tope 866, del pasador de tope de retroceso 864, está alineado con la ranura de abrazadera I 860, y no interfiere con esta ranura hasta que contacta con el extremo de ranura de abrazadera I 862, limitando por ello la rotación de la abrazadera de retroceso II 856, y manteniéndola en la posición de "uso" representada en las figuras 29A-C.

En la figura 29D, el conjunto de soporte de brazo derecho 505 se representa girado a la posición de almacenamiento alrededor de un eje F_Bar, aproximadamente a lo largo del recorrido de retroceso F_Bp1, dejando el brazo Ar del usuario U libre del conjunto de soporte de brazo 505. En la figura 29E, la abrazadera de retroceso II 856 se representa girada con relación a la abrazadera de retroceso I 854 alrededor del pivote 858 a la posición de almacenamiento. En la posición de almacenamiento, el peso del conjunto de soporte de brazo 505 puede ser suficiente para mantener el conjunto de soporte de brazo 505 en la posición de almacenamiento, por ejemplo, hasta

que el usuario U reactive el conjunto de soporte de brazo 505. Alternativamente, se puede disponer uno o varios mecanismos de bloqueo soltables (no representados) que pueden ser enganchados y/o desenganchados selectivamente para fijar el conjunto de soporte de brazo 505 en la posición de almacenamiento cuando no está en uso.

5 Pasando a las figuras 30A y 30B, se representa otra realización ejemplar de un sistema adaptativo de soporte de brazo 870 que incluye muchos componentes similares a otras realizaciones, pero incluye un diseño alternativo de pivote de hombro. En esta realización, el pivote vertical 552 representado en las figuras 14A y 14B (que permite la rotación alrededor de un eje sustancialmente vertical Uav asociado con el hombro del usuario U) ha sido sustituido por una serie de articulaciones 880, situadas detrás de la espalda del usuario U, que pivotan alrededor de ejes sustancialmente verticales. Como se representa en la figura 30B, cuando el usuario U mueve el brazo Ar horizontalmente hacia fuera, las articulaciones 880 se doblan hacia fuera alejándose de la espalda del usuario U, dejando por ello libre de elementos mecánicos la zona alrededor del hombro S del usuario U.

15 En esta realización, el arnés de hombro articulado 875 incluye dos o más elementos de articulación 880 (se representan dos), que pueden pivotar alrededor de uno o varios pivotes de articulación 890. Los elementos de articulación 880 y los pivotes de articulación 890 pueden transmitir cargas y/o momentos desde el conjunto de soporte de brazo 505 al arnés de hombro articulado 875. Un elemento de extremo de articulación 894 une la serie de elementos de articulación 880 a un conjunto de soporte de brazo 505 en el que el elemento de extremo de articulación 894 está montado fijamente. Como se representa en la figura 30A, los pivotes de articulación 890 conectan los elementos de articulación 880 definiendo el eje de articulación doble I DLa1, el eje de articulación doble II DLa2, y el eje de articulación doble III DLa3, todos los cuales pueden ser sustancialmente paralelos.

20 Como se representa en la figura 30B, el sistema adaptativo de soporte de brazo 870 se representa con el conjunto de soporte de brazo 505 (y el brazo Ar) girado alrededor de un eje sustancialmente vertical Uav (asociado con el hombro del usuario U, como se ha descrito previamente), aproximadamente a lo largo del recorrido de articulación doble DLp1. Durante esta acción, los elementos de articulación 880 han pivotado en respuesta alrededor del eje de articulación doble I DLa1, el eje de articulación doble II DLa2, y el eje de articulación doble III DLa3. Cuando el brazo Ar y el conjunto de soporte de brazo 505 vuelven en la dirección opuesta, los elementos de articulación 880 pueden volver a la configuración representada en la figura 30A para acomodar el movimiento, mientras transmiten cargas y/o momentos desde el conjunto de soporte de brazo 505 al arnés de hombro articulado 875.

25 Pasando a las figuras 31A y 31B, se representa otra realización de un sistema adaptativo de soporte de brazo 900 que incluye varios componentes similares a otras realizaciones, pero incluye un diseño alternativo de pivote de hombro. A diferencia de otras realizaciones, el sistema 900 incluye un arnés de pista curvada 910, que incluye un sistema de pista curvada, por ejemplo, en lugar del pivote vertical 552 del sistema de las figuras 14A y 14B, que permite la rotación alrededor de un eje sustancialmente vertical Uav (asociado con el hombro del usuario U, como se ha descrito previamente).

40 Una barra de soporte de pista curvada 916 está montada en el tubo de soporte de pista curvada 912 en la unión de tubo de soporte 918. La pista curvada 920 está montada en la barra de soporte de pista curvada 916 en la unión de pista curvada 922. Unos rodillos de pista curvada 926 están montados en el carro de pista 928, y pueden avanzar libremente a lo largo de la pista curvada 920, por ejemplo, en respuesta al movimiento del brazo del usuario Ar, alrededor de un eje vertical Uav. Los rodillos de pista curvada 926 pueden transmitir cargas y/o momentos desde el conjunto de soporte de brazo 505 al arnés de pista curvada 910. La ménsula de pista curvada 930 está montada en el carro de pista 928 en la unión de ménsula de pista II 934, y, a su vez, permite montar un conjunto de soporte de brazo 505, que une la ménsula de pista curvada 930 en la unión de ménsula de pista I 932.

45 Pasando a la figura 31B, el sistema adaptativo de soporte de brazo 900 se representa con el conjunto de soporte de brazo 505 (y el brazo Ar) girado alrededor de un eje sustancialmente vertical Uav (asociado con el hombro del usuario U, como se ha descrito previamente), aproximadamente a lo largo del recorrido de rotación de pista curvada CTrp1. Durante esta acción, los rodillos de pista curvada 926 han avanzado a lo largo de la pista curvada 920 en respuesta al movimiento del brazo del usuario Ar alrededor de un eje vertical Uav. Así, la cooperación de los rodillos de pista curvada 926 y la pista curvada 920 acomodan el movimiento horizontal del brazo Ar y del conjunto de soporte de brazo 505, mientras transmiten cargas y/o momentos desde el conjunto de soporte de brazo 505 al arnés de pista curvada 910.

50 Pasando a la figura 32, se representa otra realización ejemplar de un sistema adaptativo de soporte de brazo 500 que es similar en general al sistema 500 representado en las figuras 14A y 14B, a excepción de que el sistema 500 incluye un apoyacabeza 940. Al trabajar con los brazos extendidos hacia arriba, el usuario U puede tener que trabajar con la cabeza inclinada hacia arriba, lo que puede ser cansado. Puede usarse un apoyacabeza opcional 940, montado en el conjunto de arnés 510, para mitigar dicha fatiga. La parte trasera de la cabeza Hb del usuario U se representa soportada por la superficie de contacto 942 del apoyacabeza 940. El apoyacabeza 940 puede estar conectado a la ménsula de apoyacabeza 946, por ejemplo, fijamente, u opcionalmente en el pivote de apoyacabeza 944, que puede permitir que el apoyacabeza 940 pivote en respuesta a los requisitos del usuario U. La ménsula de apoyacabeza 946 puede estar unida en la traviesa 620 en la unión de ménsula 950 o en otro lugar en el conjunto de

arnés 510, permitiendo por ello que todo el peso, o una porción de él, de la cabeza del usuario sea soportado por el conjunto de arnés 510.

5 Pasando a la figura 33A, se representa otra realización ejemplar de un sistema adaptativo de soporte de brazo 500 que es similar en general al sistema 500 representado en las figuras 14A y 14B, a excepción de que el sistema 500 incluye un apoyabarbilla 956. Cuando se trabaja con los brazos extendidos hacia abajo, el usuario U puede tener que trabajar con la cabeza inclinada hacia abajo, lo que puede ser cansado. Puede usarse un apoyabarbilla opcional 956, montado en el conjunto de arnés 510, para mitigar esta fatiga. La barbilla Hc del usuario U se representa soportada por el apoyabarbilla 956. El apoyabarbilla 956 puede unirse a una o varias ménsulas de apoyabarbilla 952 en una o varias uniones de apoyabarbilla 958. La ménsula o ménsulas de apoyabarbilla 952 pueden unirse al conjunto de arnés 510, por ejemplo, en un montaje o montaje de pivote de hombro 548 a ambos lados de la cabeza del usuario U.

15 Pasando a la figura 33B, se representa otra realización ejemplar de un sistema adaptativo de soporte de brazo 500 que es similar en general al sistema 500 representado en las figuras 14A y 14B, a excepción de que el sistema 500 incluye un apoyafrente 964. La frente Hf del usuario U se representa soportada por el apoyafrente 964. El apoyafrente 964 está unido o acoplado de otro modo a una o varias ménsulas de frente 960 en una o varias uniones de soporte 966. La ménsula o ménsulas de frente 960 pueden estar montadas de forma extraíble o de forma sustancialmente permanente en el conjunto de arnés 510, por ejemplo, en el montaje o montajes de pivote de hombro 548 a ambos lados de la cabeza del usuario U. Opcionalmente, la ménsula o ménsulas 960 pueden ser ajustables, por ejemplo, para poder ajustar el apoyafrente 964, por ejemplo, moverlo entre una posición de soporte de frente y una posición de soporte de barbilla (no representada).

25 En una realización alternativa, un apoyabarbilla 956 (como el representado en la figura 33A) y un apoyafrente 964 (como el representado en la figura 33B) pueden estar incluidos en algunos de los arneses y/o aparatos aquí descritos o en las solicitudes identificadas aquí en otro lugar, por ejemplo, para soportar simultáneamente la barbilla y la frente del usuario. Usados juntos, el apoyabarbilla 956 y el apoyafrente 964 puede ser ajustables uno con relación a otro a voluntad del usuario, por ejemplo, para acomodar el ángulo o la posición deseados de la cabeza del usuario. Además o alternativamente, el apoyabarbilla 956 y el apoyafrente 964 pueden ir montados juntos en un bastidor o estructura (no representado) que se puede montar en la ménsula o ménsulas 960, y/o puede ser móvil, rotativo y/o ajustable con relación a ellas, por ejemplo, en una placa frontal, máscara, u otros elementos (no representados) montados entre las ménsulas 960. Por ejemplo, las ménsulas 960 pueden ser sustancialmente rígidas y/o estacionarias con relación al arnés 510, mientras que los elementos que soportan el apoyafrente 964 y el apoyabarbilla 956 entre ellos pueden ser móviles, por ejemplo, dentro de un recorrido orbital para soportar la cabeza del usuario proporcionando al mismo tiempo múltiples grados de libertad de movimiento.

40 Alternativamente, el apoyabarbilla 956 y el apoyafrente 964 pueden simplemente ser cabestrillos, almohadillas, u otros elementos montados entre las ménsulas 960 con el apoyafrente 964 situado en extremos superiores de las ménsulas encima del apoyabarbilla 956. Opcionalmente, el apoyabarbilla 956 y el apoyafrente 964 pueden montarse juntos en un bastidor o estructura (no representado) en lugar de las ménsulas 960, que puede ser móvil, por ejemplo, puede pivotar, oscilar y/o ajustarse de otro modo con relación al arnés 510 y/o entre las ménsulas 960, o que se puede mover a lo largo de un recorrido orbital, o cualquier combinación de los mismos. El apoyabarbilla 956 y el apoyafrente 964 se pueden formar juntos de una pieza, o de varias piezas unidas. En otra alternativa, puede proporcionarse un conjunto de arnés (tal como el conjunto 510) que incluya un apoyabarbilla 956 y/o un apoyafrente 964 sin conjunto de soporte de brazo, por ejemplo, para soportar la cabeza del usuario mientras realiza tareas que requieren que el usuario se incline o curve hacia delante, y análogos.

50 El apoyabarbilla 956 y/o el apoyafrente 964 pueden ser sustancialmente rígidos o flexibles, elásticos o inelásticos, o cualquier combinación de los mismos. Opcionalmente, los apoyos 956, 964 pueden estar acolchados, segmentados y/o articulados. Además o alternativamente, uno o ambos apoyos 956, 964 pueden soltarse del arnés, por ejemplo, usando uno o varios conectores (no representados), para que el usuario pueda seleccionar qué apoyo usar para una aplicación concreta o quitar del servicio uno o ambos. Así, todo, o una porción de, el peso de la cabeza del usuario puede ser soportado por el conjunto de arnés 510.

55 Pasando a las figuras 34A y 34B, se representa una realización alternativa de un conjunto de soporte de brazo 970 que puede estar incluido en un sistema adaptativo de soporte de brazo (no representado), similar a otras realizaciones, por ejemplo, en lugar del conjunto de soporte de brazo 505 representado en las figuras 14A y 14B. A diferencia de otros conjuntos de soporte de brazo, el conjunto de soporte de brazo 970 incluye un paquete elástico 980 alejado del conjunto de apoyabrazos 975 propiamente dicho. Por ejemplo, el conjunto de apoyabrazos 975 puede incluir una ménsula de brazo 984 y un apoyabrazos 600 unido a la ménsula de brazo 984, que, opcionalmente, puede pivotar y/o trasladarse, de forma similar a otras realizaciones.

65 El paquete elástico 980 incluye elementos componentes elásticos para proporcionar fuerzas de soporte que van desde el chasis del conjunto de apoyabrazos 975 al conjunto de arnés 510 (no representado), por ejemplo, al tubo de soporte de hombro 546, el montaje de pivote de hombro 548, la horquilla de pivote de hombro 550 y/o la barra de soporte 554. En una realización ejemplar, el paquete elástico 980 puede estar situado a cierta distancia del conjunto

- de apoyabrazos 975, por ejemplo, en la tira de armazón 624 del conjunto de arnés 510 (no representado). La chapa de anclaje 988, unida a la barra de soporte 554, proporciona puntos de montaje del terminal de alojamiento de cable I 990 y la polea 994, que gira alrededor del pivote de polea 996. El terminal de alojamiento de cable II 1000 está unido al alojamiento de paquete elástico 1004. La chapa de anclaje 988 puede ser rotativa con relación a la barra de soporte 554, por ejemplo, para que el usuario pueda cambiar el rango de uso del conjunto de apoyabrazos 975. Además o alternativamente, la chapa de anclaje 988 también puede ser soltable de la barra de soporte 554, por ejemplo, para que el conjunto de apoyabrazos 975 pueda girar libremente alrededor del pivote horizontal de hombro 986, por ejemplo, para poner el conjunto de soporte de brazo fuera de servicio.
- El alojamiento de cable 992 termina en el terminal de alojamiento de cable I 990 y el terminal de alojamiento de cable II 1000, y proporciona un conducto para el cable primario 1026, que transmite fuerza desde el paquete elástico 980 al conjunto de apoyabrazos 975. El cable primario 1026 está unido a la ménsula de brazo 984 en la unión de cable primario 1028, y se enrolla alrededor de la polea 994 antes de entrar en el alojamiento de cable 992. El cable primario 1026 sale del alojamiento de cable 992 en el alojamiento de paquete elástico 1004, y se enrolla alrededor de la polea primaria 1008. El cable primario 1026 está unido a la polea primaria 1008 en un punto de unión (no representado), en una configuración similar a la aquí descrita en otro lugar, por ejemplo, con referencia a las figuras 14A y 14B.
- La polea primaria 1008 está unida rígidamente a la polea secundaria 1012, y ambas giran juntas alrededor del pivote de polea 1006, de forma similar a otras realizaciones. El cable secundario 1020 está enrollado alrededor de la polea secundaria 1012 y está unido a la polea secundaria 1012 en el punto de unión (no representado), por ejemplo, de manera similar a la realización representada en las figuras 14A y 14B. El cable secundario 1020 se une a un primer extremo del elemento elástico 1016 en la unión de cable secundario 1022. Un segundo extremo del elemento elástico 1016 está unido al alojamiento de paquete elástico 1004, por ejemplo, por el anclaje de elemento elástico 1024.
- La polea primaria 1008 y la polea secundaria 1012 realizan funciones similares a las de la polea primaria 564 y la polea secundaria 570 representadas en las figuras 14A y 14B y aquí descritas en otro lugar, por ejemplo, para proporcionar ventaja/desventaja mecánica selectiva al elemento elástico 1016 durante el uso, a voluntad, para gestionar la fuerza de elevación.
- Pasando a la figura 34B, se representa el conjunto de soporte de brazo 970 con el apoyabrazos 600 bajado. El extremo del cable primario 1026, que está unido al conjunto de apoyabrazos 975, se representa extendido fuera del alojamiento de cable 992 en respuesta a la rotación del conjunto de apoyabrazos 975 alrededor del pivote 986, aproximadamente a lo largo de recorrido de rotación de muelle remoto RSrp1. Durante este movimiento, el cable primario 1026 se desenrolla parcialmente de la polea primaria 1008, que ha girado en respuesta alrededor del pivote de polea 1006, aproximadamente a lo largo del recorrido de polea RSpp1. Cuando la polea primaria 1008 ha girado alrededor del pivote de polea 1006, la polea secundaria 1012 gira simultáneamente, haciendo que el cable secundario 1020 se enrolle alrededor de la polea secundaria 1012. El cable secundario 1020, a su vez, extiende el elemento elástico 1016.
- Se apreciará que los sistemas descritos anteriormente pueden usarse en varios campos y aplicaciones. Por ejemplo, los sistemas pueden llevarlos puestos los médicos, por ejemplo, cirujanos, dentistas, y análogos, para facilitar que el médico extienda el brazo o los brazos durante un procedimiento quirúrgico, médico o dental prolongado. Los sistemas pueden llevarlos puestos los obreros de la construcción, por ejemplo, pintores, carpinteros, y análogos, los operarios de fabricación, por ejemplo, que participan en el montaje de productos, y análogos, personas minusválidas, y/u otros usuarios que realicen tareas durante un período de tiempo prolongado en el que uno o ambos brazos pueden estar extendidos hacia fuera del cuerpo del usuario.
- En general, los dispositivos y los sistemas de la invención se pueden llevar puestos o colocados de otro modo en el cuerpo del usuario, por ejemplo, fijando un arnés sobre el abdomen del usuario, por ejemplo, su cintura, caderas, hombros, espalda, pecho y análogos. Un soporte de brazo de los dispositivos o sistemas, por ejemplo, acoplado a o soportado de otro modo por el arnés, puede ser usado para soportar el brazo del usuario de tal manera que el soporte de brazo siga posteriormente el movimiento del brazo del usuario. El usuario puede realizar entonces una o más tareas que implican el movimiento del brazo del usuario, el soporte de brazo compensando al menos parcialmente la fuerza gravitacional que actúa en el brazo del usuario y/o transfiriendo al menos parcialmente la fuerza gravitacional al abdomen del usuario (u otras estructuras) durante el movimiento sin interferir sustancialmente en el movimiento. Así, los dispositivos y los sistemas de la invención pueden facilitar al usuario la realización de tareas durante períodos de tiempo más largos y/o con menor fatiga y/o lesión. Además o alternativamente, se pueden obtener otros beneficios, incluyendo reducida deformación de la espalda y de la columna vertebral y/o mejor estabilidad de las manos del usuario. Además, cualquiera de los conjuntos de arnés aquí descritos puede proporcionar una estructura que puede ser usada para soportar la espalda y la columna vertebral, por ejemplo, sin un conjunto de soporte de brazo, si se desea.

Se apreciará que los elementos o componentes mostrados en cualquier realización de la invención son simplemente ejemplares de la realización específica y pueden ser usados en o en combinación con otras realizaciones aquí descritas.

- 5 Aunque la invención es susceptible de varias modificaciones, y formas alternativas, ejemplos específicos de las mismas se han mostrado en los dibujos y se han descrito en detalle. Se deberá entender, sin embargo, que la invención no se ha de limitar a las formas o métodos concretos descritos, sino que, por el contrario, la invención ha de cubrir todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que caigan dentro del alcance de las reivindicaciones anexas.

10

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (10, 150, 200, 250, 350, 400, 500, 510, 870, 900) para soportar un brazo (Ar) de un usuario (U),
incluyendo:
- 5 un arnés configurado para ser llevado puesto en el cuerpo de un usuario;
- un soporte de brazo (505) acoplado al arnés configurado para soportar un brazo del usuario, estando configurado el
soporte de brazo para acomodar el movimiento del brazo al mismo tiempo que sigue el movimiento sin interferir
sustancialmente con el movimiento del brazo del usuario; y
- 10 uno o varios elementos de compensación acoplados al soporte de brazo para aplicar una fuerza de compensación
para compensar al menos parcialmente una fuerza gravitacional que actúa en el brazo cuando el usuario se mueve
y el soporte de brazo sigue el movimiento del brazo del usuario, donde el soporte de brazo incluye:
- 15 un primer segmento de soporte de brazo (56) acoplado pivotantemente al arnés alrededor de un primer eje vertical
(Dav) de tal manera que el primer segmento de soporte de brazo sea rotativo de forma sustancialmente horizontal
alrededor del primer eje vertical con relación al arnés; y
- 20 un segundo segmento de soporte de brazo (62) acoplado pivotantemente al primer segmento de soporte de brazo
de tal manera que el segundo segmento de soporte de brazo sea rotativo alrededor de un segundo eje (Dah)
generalmente ortogonal al primer eje vertical, y
- 25 donde el elemento o los varios elementos de compensación incluyen un elemento elástico (74, 415, 636) montado
en el segundo segmento de soporte de brazo,
- caracterizado porque:**
- 30 el elemento o los varios elementos de compensación proporcionan un perfil de fuerza que varía la fuerza de
compensación en base a una orientación del soporte de brazo, y donde el perfil de fuerza aplica una fuerza más
grande en el brazo cuando el brazo está en una posición subida, y menos fuerza cuando el brazo está en una
posición bajada.
- 35 2. El sistema de la reivindicación 1, donde el segundo segmento de soporte de brazo incluye un apoyabrazos (94)
configurado para soportar una porción de un brazo del usuario.
- 40 3. El sistema de la reivindicación 1 o 2, donde el elemento o los varios elementos de compensación incluyen
además una polea (90, 630) montada en el segundo segmento de soporte de brazo y un cable (70, 634) enrollado
parcialmente alrededor de la polea e incluyendo un primer extremo acoplado al elemento elástico (74, 636) y un
segundo extremo acoplado al primer segmento de soporte de brazo de tal manera que al menos una porción de una
fuerza del elemento elástico sea aplicada al segundo segmento de soporte de brazo para generar la fuerza de
compensación.
- 45 4. El sistema de la reivindicación 1 o 2, donde el elemento o los varios elementos de compensación incluyen
además poleas primera y segunda (164, 168, 570, 564) acopladas juntas y montadas en el segundo segmento de
soporte de brazo, un primer cable (180, 634) acoplado entre el elemento elástico (415, 636) y la primera polea, y un
segundo cable (190, 560) acoplado entre la segunda polea y el primer segmento de soporte de brazo de tal manera
que al menos una porción de una fuerza del elemento elástico sea aplicada al segundo segmento de soporte de
brazo para generar la fuerza de compensación.
- 50 5. El sistema de la reivindicación 4, donde al menos una de las poleas primera y segunda tiene una forma no
circular asimétrica para modificar la porción de la fuerza del elemento elástico aplicada al segundo segmento de
soporte de brazo en base a una posición del segundo segmento de soporte de brazo alrededor del segundo eje.
- 55 6. El sistema de la reivindicación 5, donde el primer cable (634) se enrolla alrededor de una polea de inversión (630)
y se une a un primer extremo del elemento elástico (636) mediante un montaje de cable (640), girando la polea de
inversión alrededor del pivote de polea de inversión (632) en el segundo segmento de soporte de brazo.
- 60 7. El sistema de cualquier reivindicación precedente, incluyendo además un mecanismo de bloqueo para fijar
selectivamente el soporte de brazo en una posición inactiva que no interfiere sustancialmente con el movimiento del
brazo del usuario sin que el soporte de brazo siga el movimiento del brazo.
8. El sistema de cualquier reivindicación precedente, incluyendo además:
- 65 un segundo soporte de brazo acoplado al arnés configurado para soportar un segundo brazo del usuario, estando
configurado el segundo soporte de brazo para acomodar el movimiento del segundo brazo al mismo tiempo que

- sigue el movimiento sin interferir sustancialmente con el movimiento del segundo brazo; y uno o varios elementos de compensación acoplados al segundo soporte de brazo para aplicar una fuerza de compensación para compensar al menos parcialmente una fuerza gravitacional que actúa en el segundo brazo cuando el usuario se mueve y el segundo soporte de brazo sigue el movimiento del segundo brazo, proporcionando el elemento o los
- 5 varios elementos de compensación un perfil de fuerza que varía la fuerza de compensación en base a una orientación del segundo soporte de brazo.
9. El sistema de cualquier reivindicación precedente, donde el arnés incluye un arnés de hombro (40, 520) configurado para ser llevado puesto sobre o alrededor de uno o ambos hombros del usuario, una correa de abdomen (34, 538) configurada para ser llevada puesta alrededor de la cintura o las caderas del usuario, y uno o
- 10 varios elementos de soporte (20, 542) que se extienden entre el arnés de hombro y la correa de abdomen, y una ménsula de transferencia de carga (30) acoplada a la correa de abdomen para enganchar una estructura externa para transferir fuerzas del sistema a la estructura externa.
- 15 10. El sistema de la reivindicación 9, donde la ménsula de transferencia de carga incluye un gancho para enganchar un borde de una estructura externa.
11. El sistema de la reivindicación 8 o 9, donde el elemento o los varios elementos de soporte incluyen un elemento de soporte sustancialmente rígido que se extiende generalmente verticalmente entre el arnés de hombro y la correa de abdomen.
- 20 12. El sistema de la reivindicación 10, donde el elemento de soporte incluye un pivote (22) en una posición intermedia entre el arnés de hombro y la correa de abdomen para acomodar la flexión del usuario en la cintura.
- 25 13. El sistema de cualquier reivindicación precedente, donde el elemento elástico es un muelle.
14. El sistema de cualquier reivindicación precedente, incluyendo además un apoyacabeza (964) que incluye una ménsula de soporte (960) que incluye un primer extremo montado en el arnés y un segundo extremo dispuesto adyacente a la frente de un usuario cuando el usuario lleva puesto el arnés, y un elemento de apoyo acoplado al
- 30 segundo extremo de la ménsula de soporte de tal manera que el elemento de apoyo se extienda a través de la frente del usuario cuando el arnés se lleve puesto para soportar la frente del usuario.
15. Un método para soportar un brazo de un usuario durante una o más tareas, incluyendo:
- 35 usar un sistema para soportar un brazo (Ar) del usuario (U) según cualquier reivindicación precedente, incluyendo el método:
- colocar el arnés en el usuario, incluyendo el arnés el soporte de brazo según las reivindicaciones precedentes móvil con relación al arnés e incluyendo un apoyabrazos;
- 40 soportar una porción del brazo del usuario usando el soporte de brazo de tal manera que el soporte de brazo posteriormente siga el movimiento del brazo del usuario; y
- 45 realizar una o más tareas que implican el movimiento del brazo del usuario, incluyendo el soporte de brazo uno o varios elementos de compensación que aplican una fuerza de compensación para compensar al menos parcialmente una fuerza gravitacional que actúa en el brazo cuando el usuario se mueve sin interferir sustancialmente en el movimiento, proporcionando el elemento o los varios elementos de compensación un perfil de fuerza que varía la fuerza de compensación en base a una orientación del soporte de brazo,
- 50 donde el soporte de brazo incluye un primer segmento de soporte de brazo acoplado pivotantemente al arnés, y donde realizar una o más tareas incluye girar el brazo del usuario de forma sustancialmente horizontal, girando libremente el primer segmento de soporte de brazo alrededor de un primer eje vertical con relación al arnés para seguir el movimiento del brazo del usuario,
- 55 donde el soporte de brazo incluye además un segundo segmento de soporte de brazo acoplado pivotantemente al primer segmento de soporte de brazo, y donde realizar una o más tareas incluye subir y bajar el brazo del usuario, girando el segundo segmento de soporte de brazo alrededor de un segundo eje generalmente ortogonal al primer eje vertical para seguir el movimiento del brazo del usuario, y
- 60 donde el elemento o los varios elementos de compensación incluyen un elemento elástico montado en el soporte de brazo.

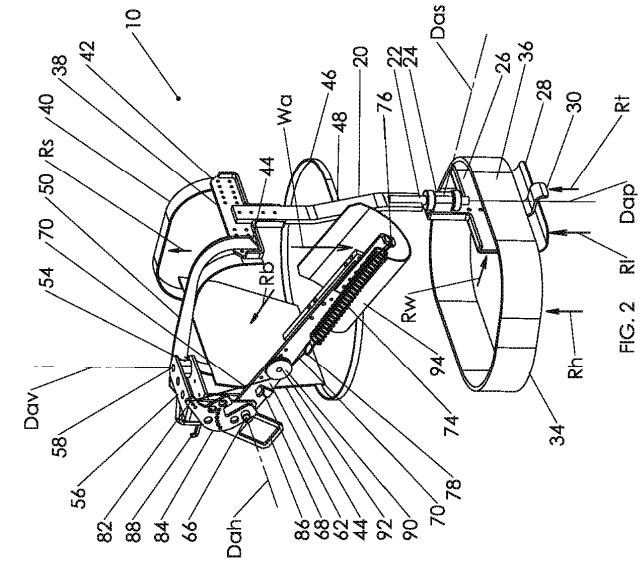


FIG. 1

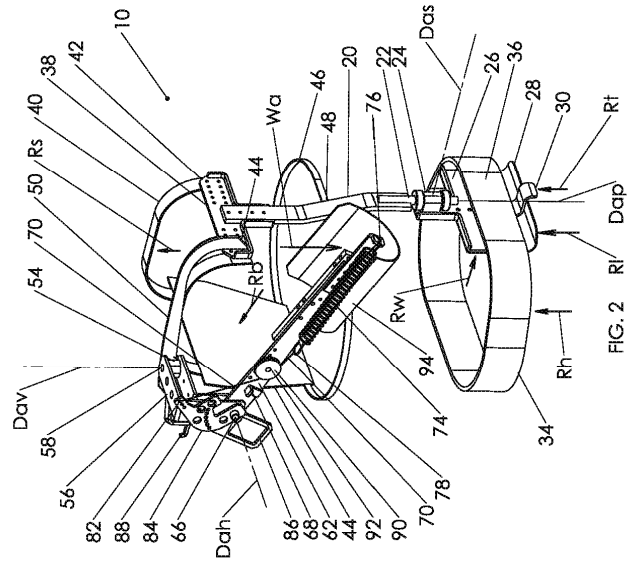
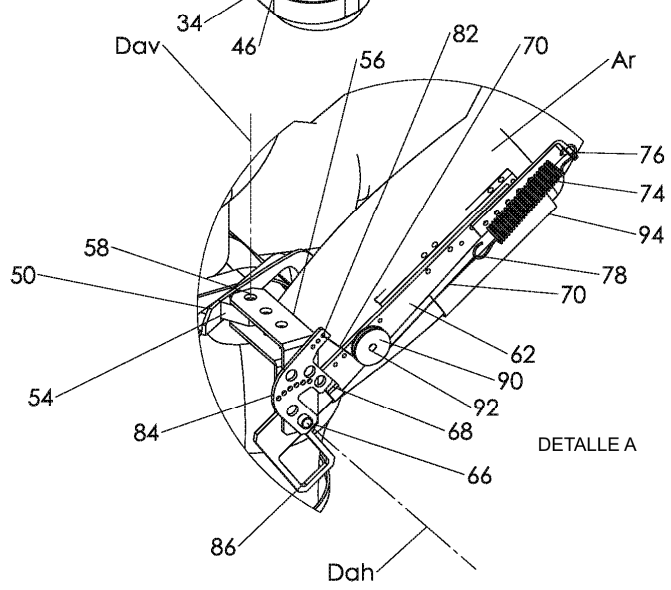
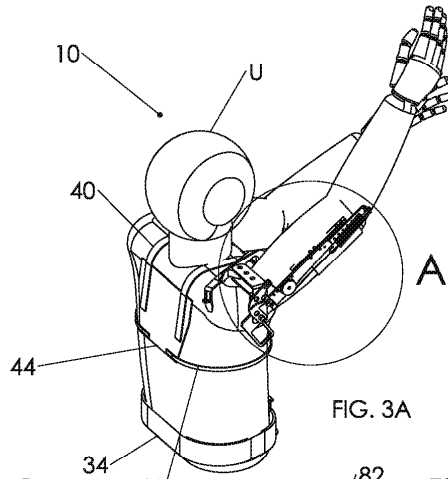


FIG. 2



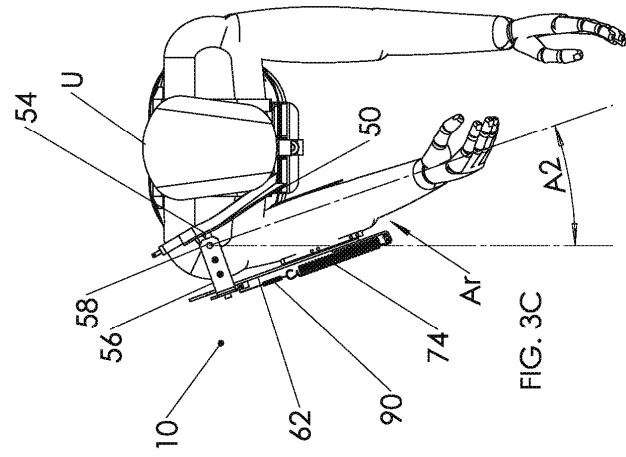


FIG. 3C

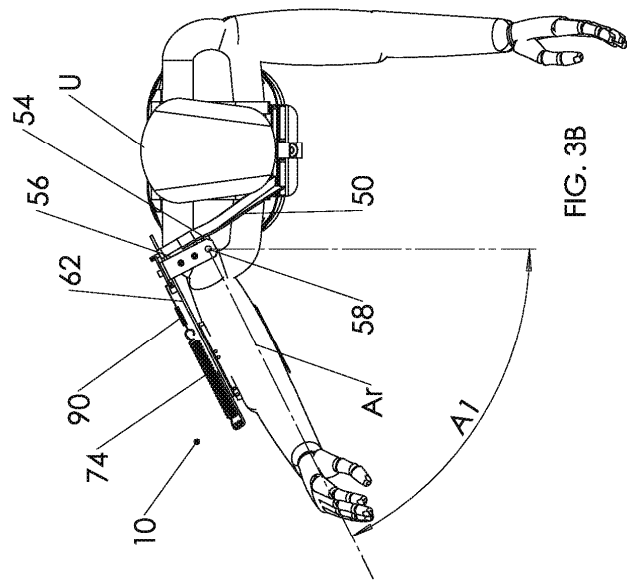
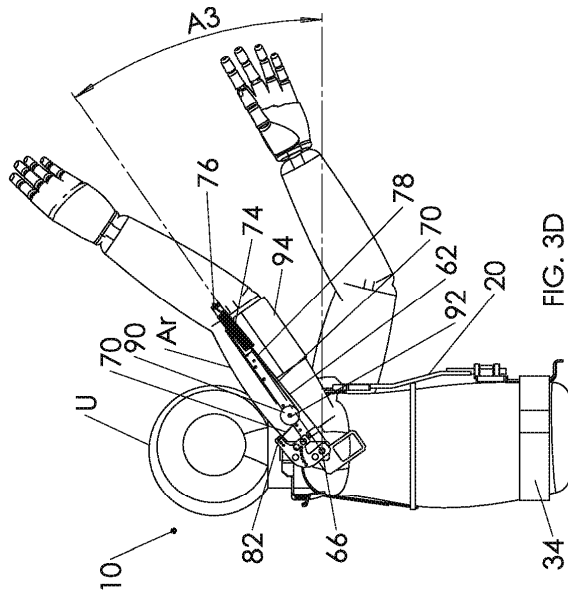
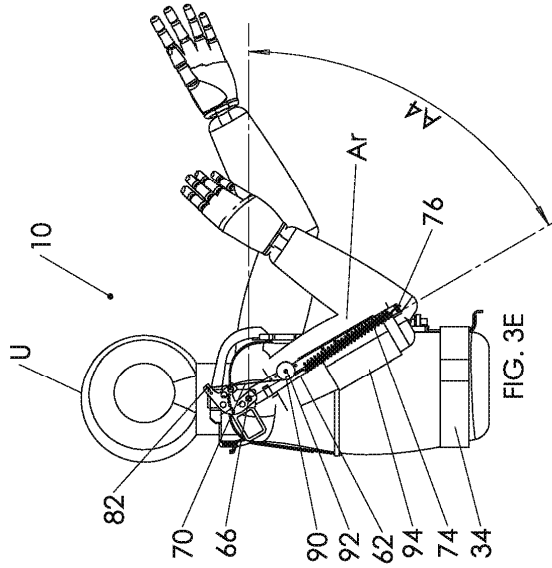


FIG. 3B



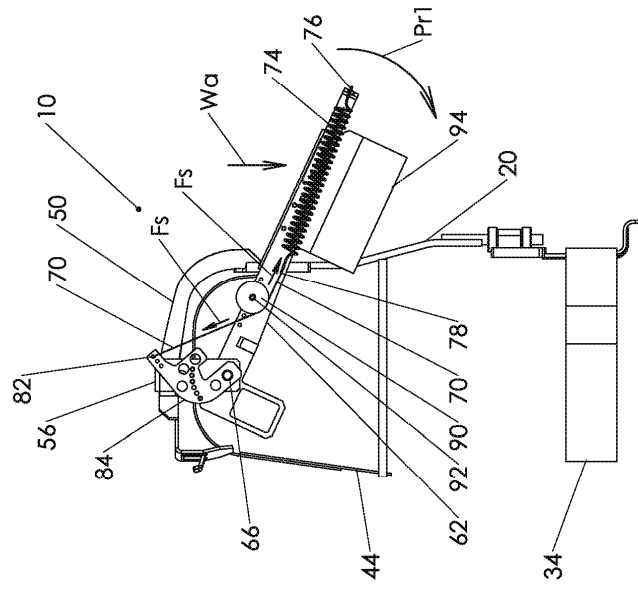
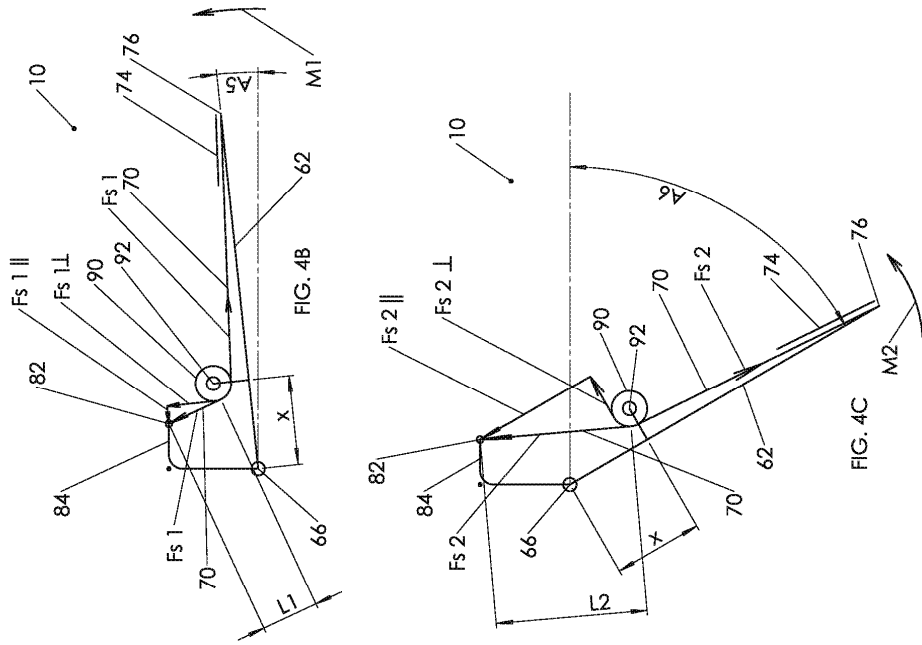
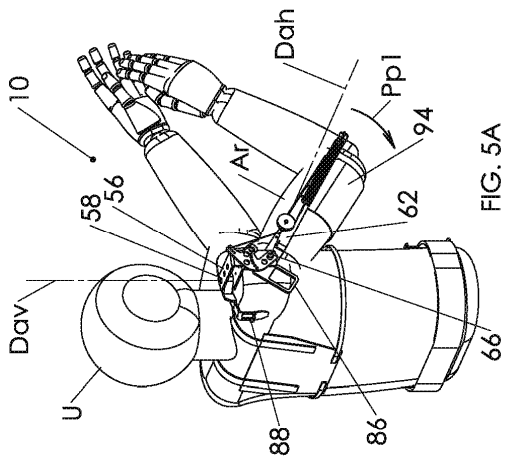
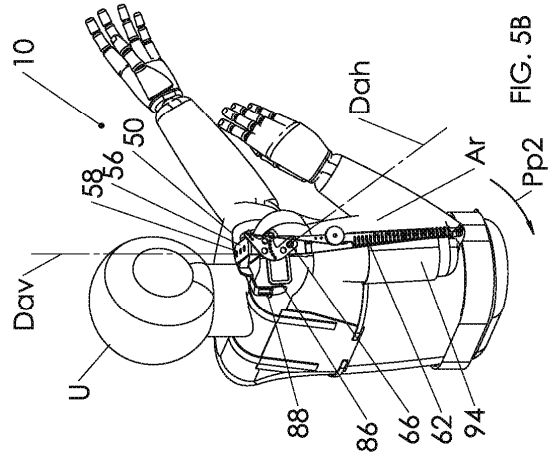
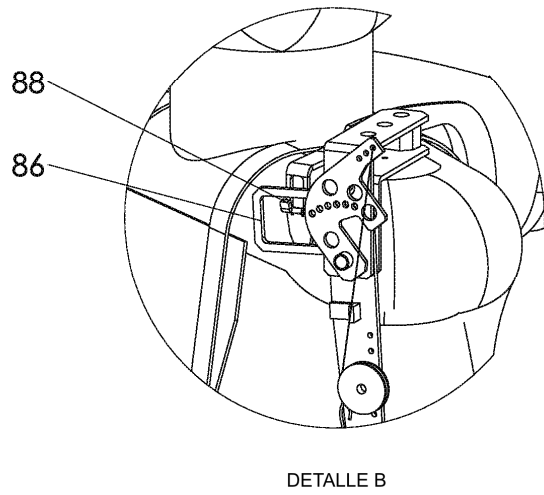
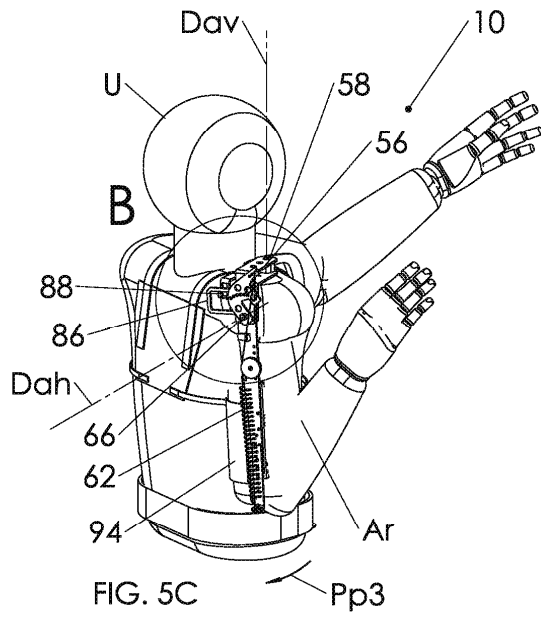


FIG. 4A





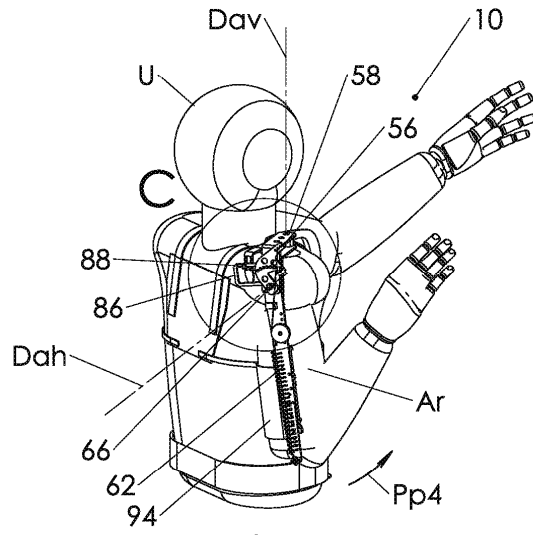
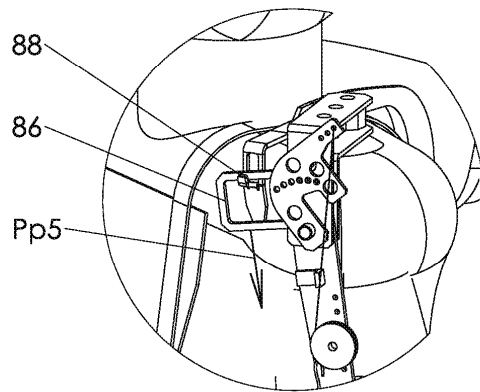


FIG. 5D



DETALLE C

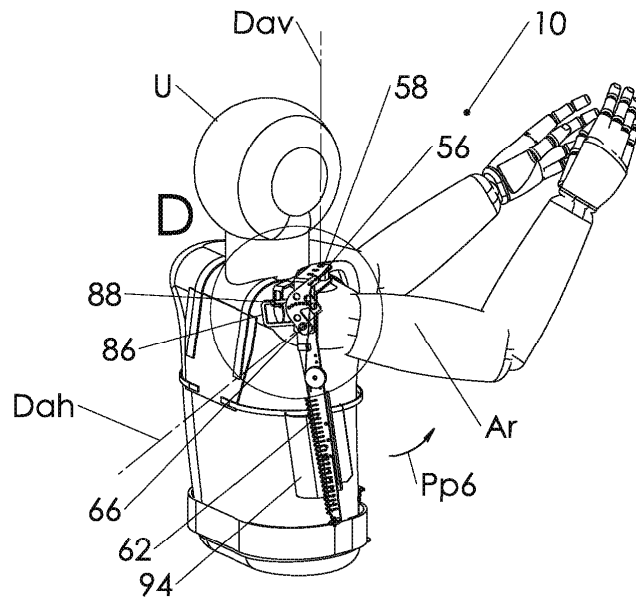
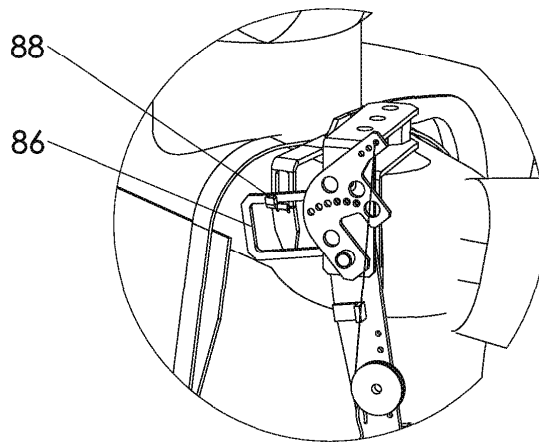


FIG. 5E



DETALLE D

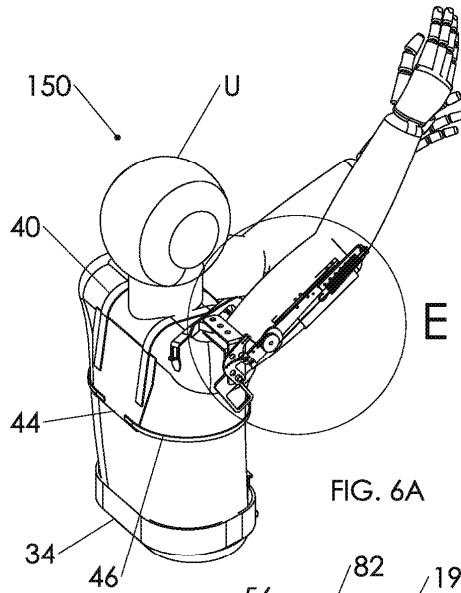
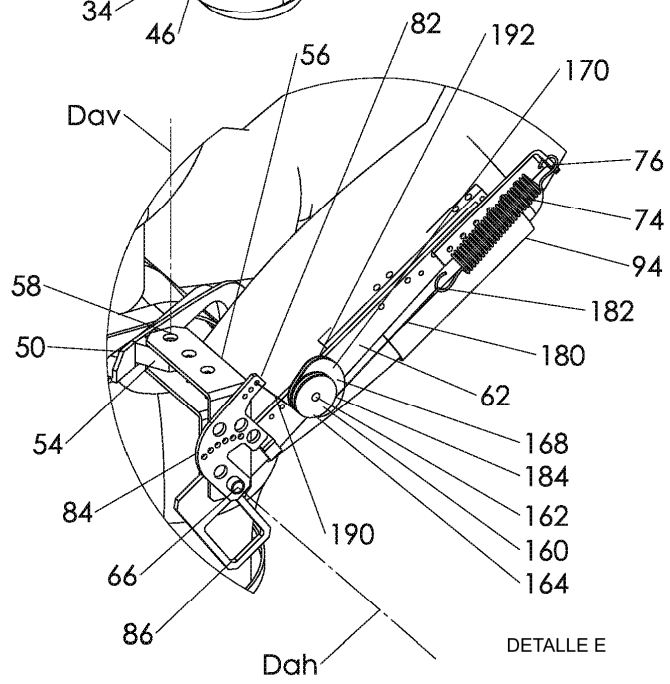


FIG. 6A



DETALLE E

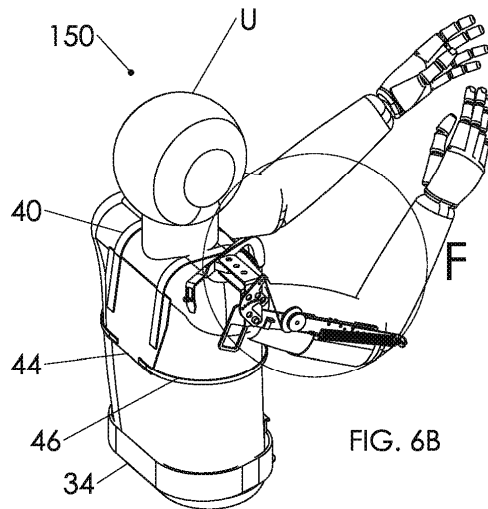
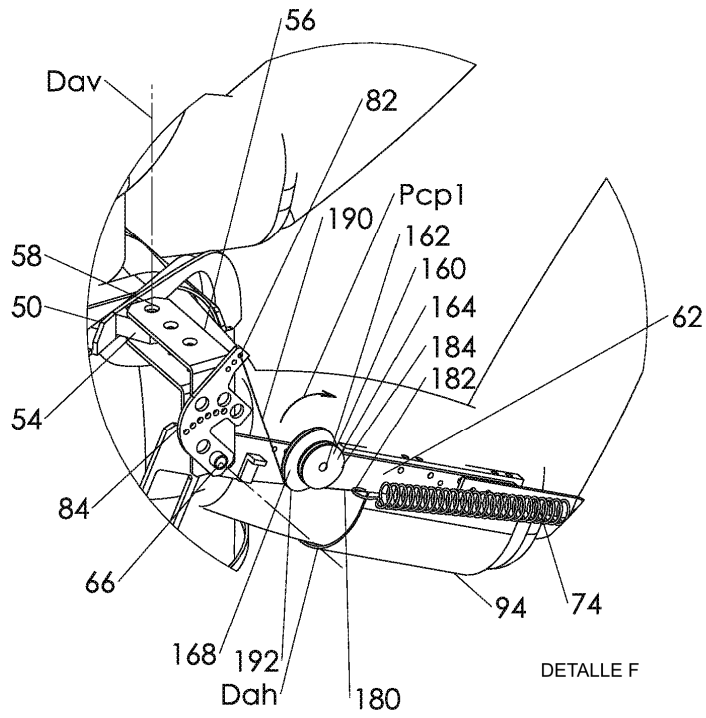
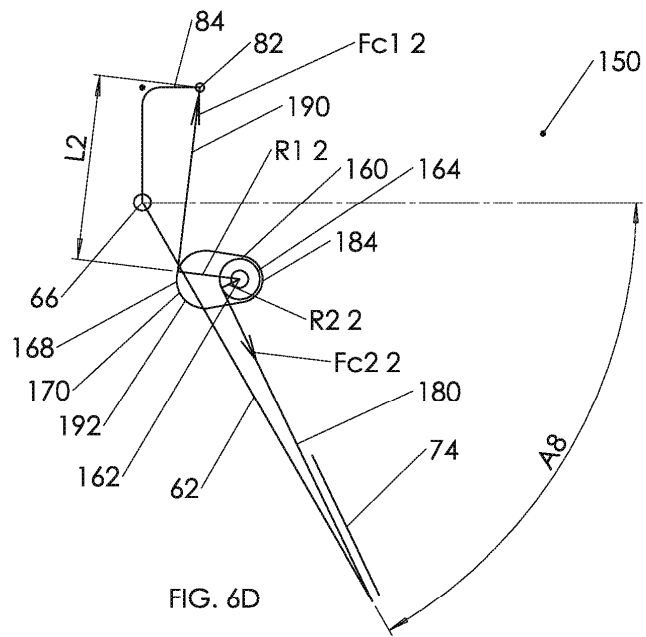
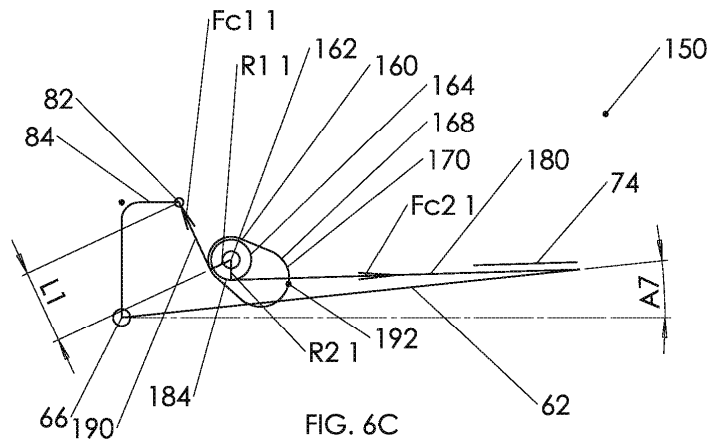


FIG. 6B



DETALLE F



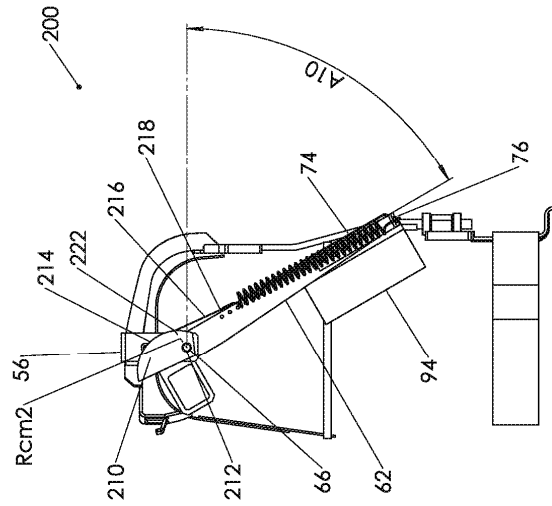


FIG. 7B

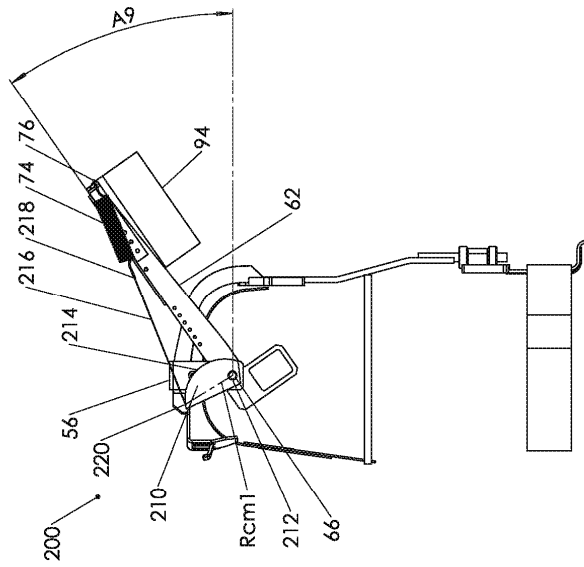
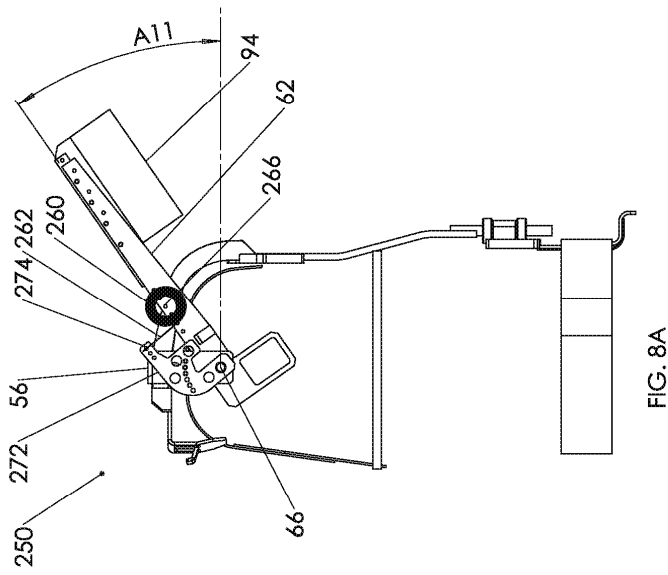
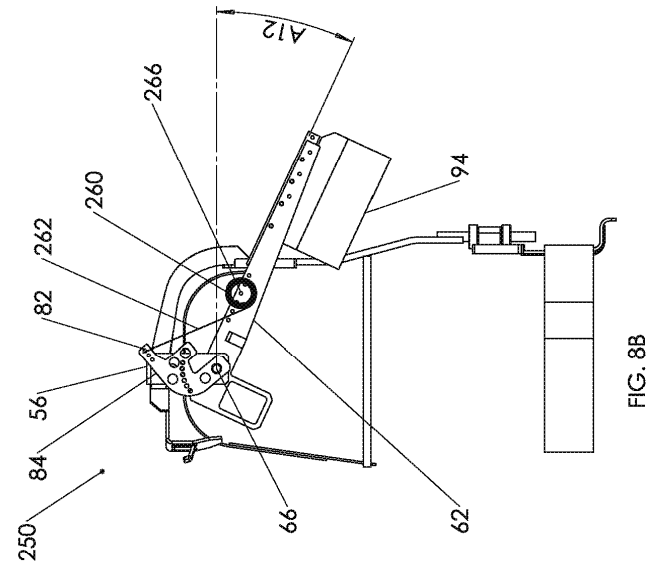


FIG. 7A



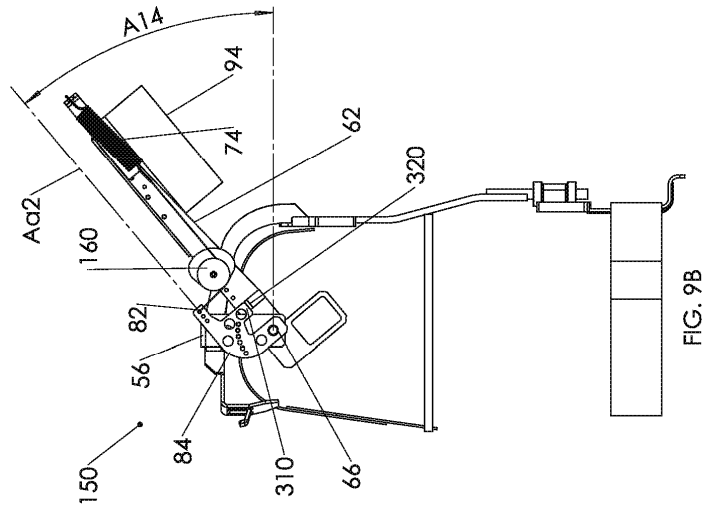


FIG. 9B

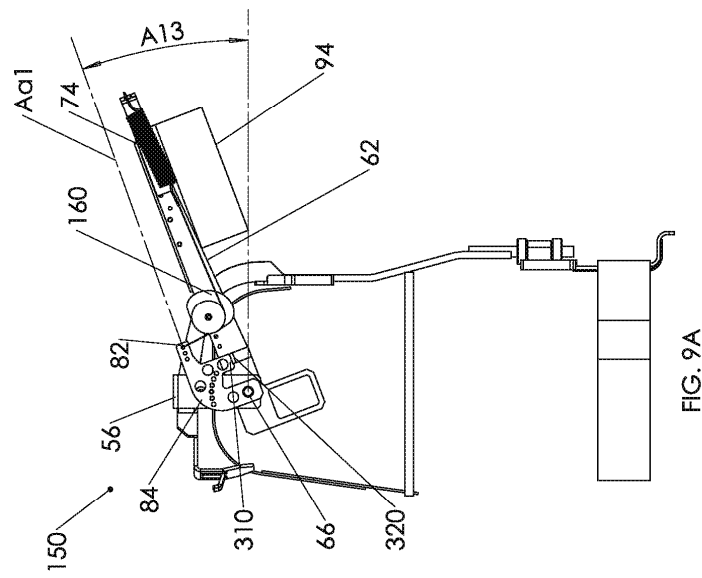
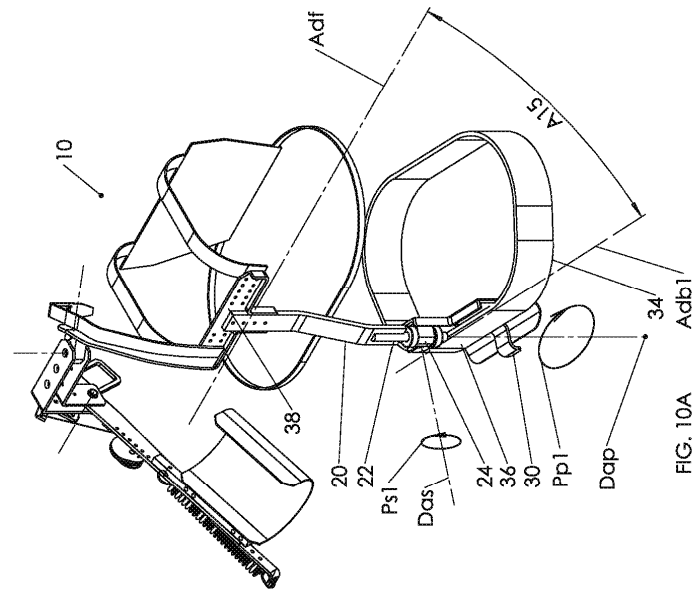
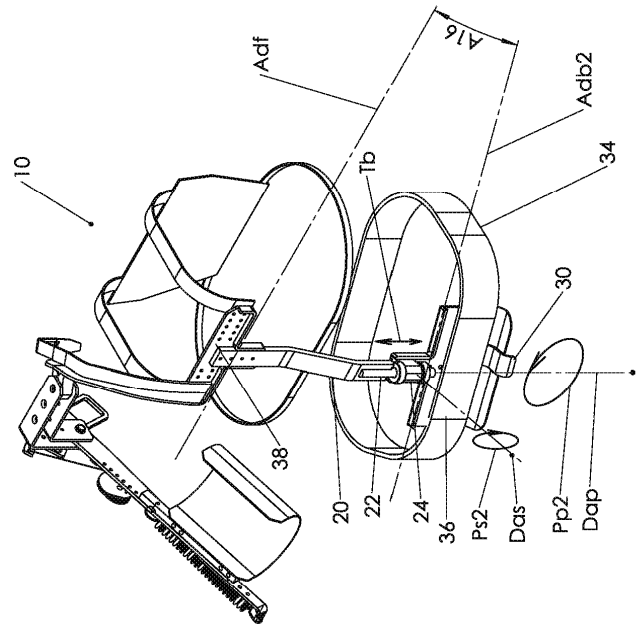
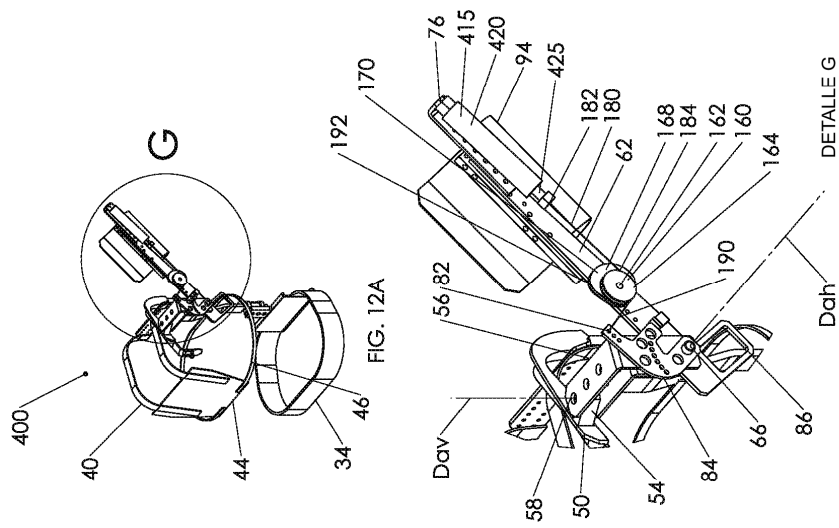
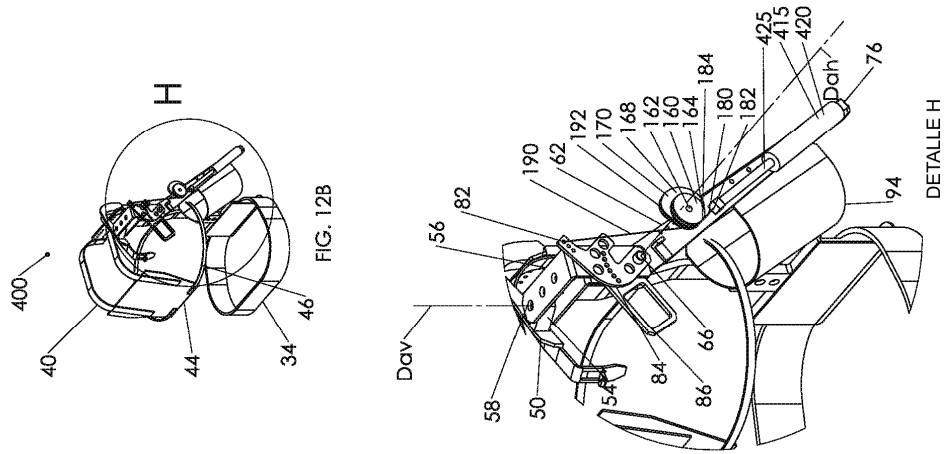


FIG. 9A





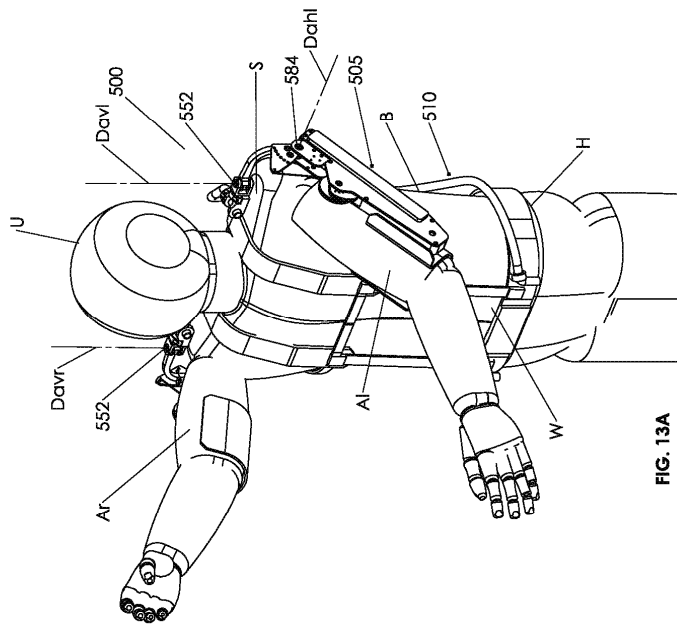


FIG. 13A

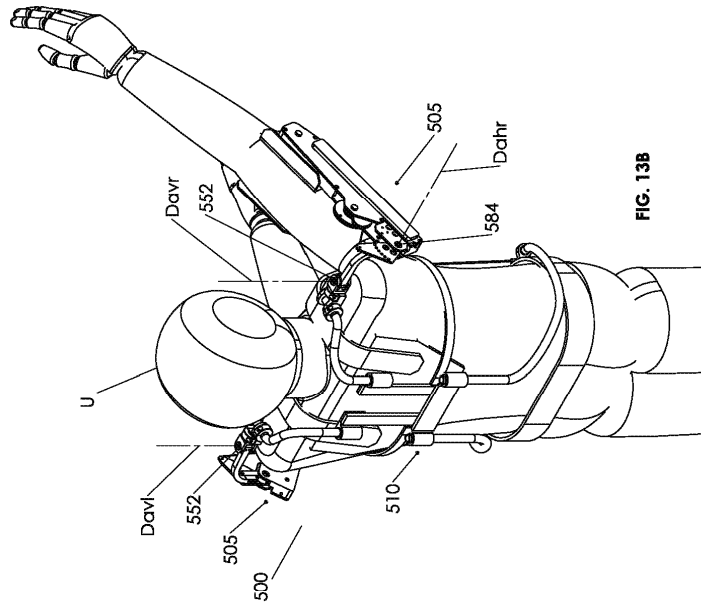
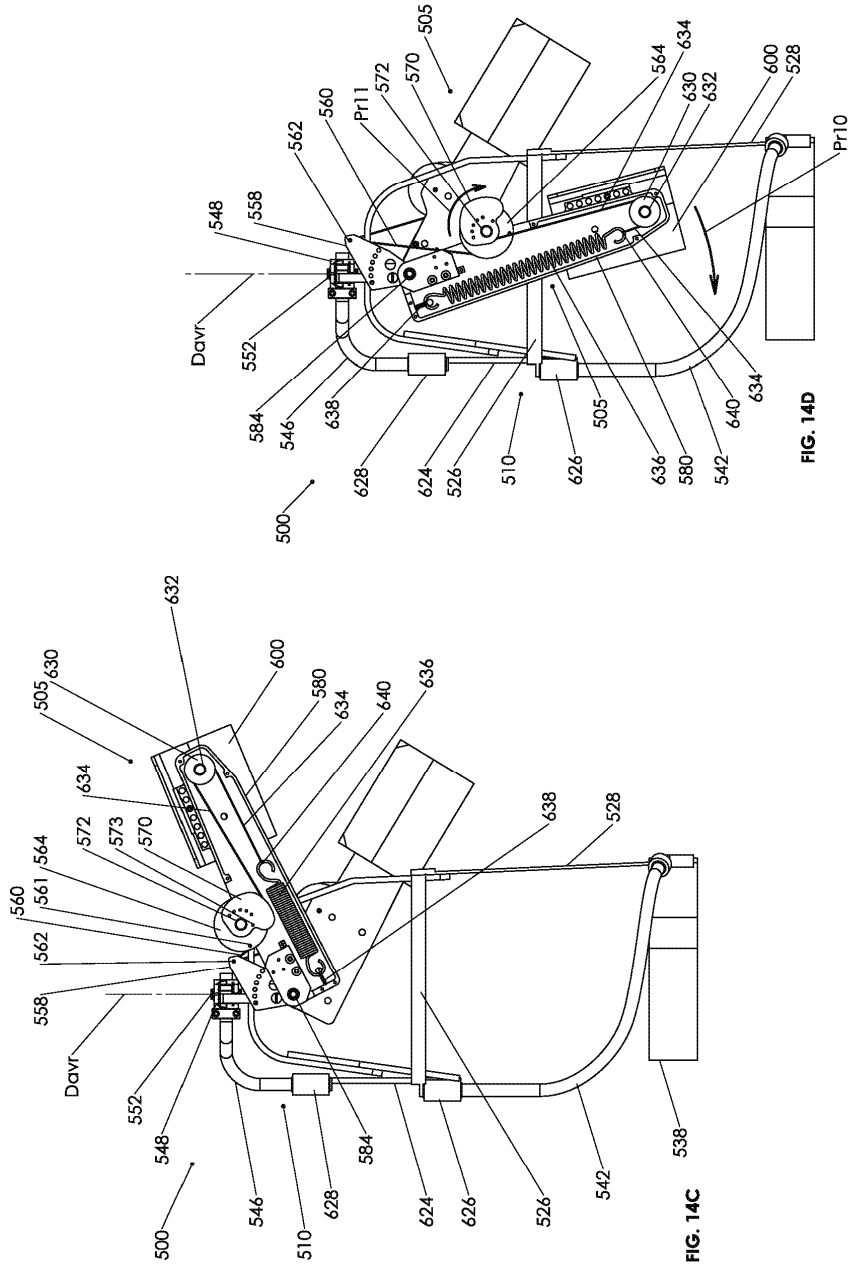
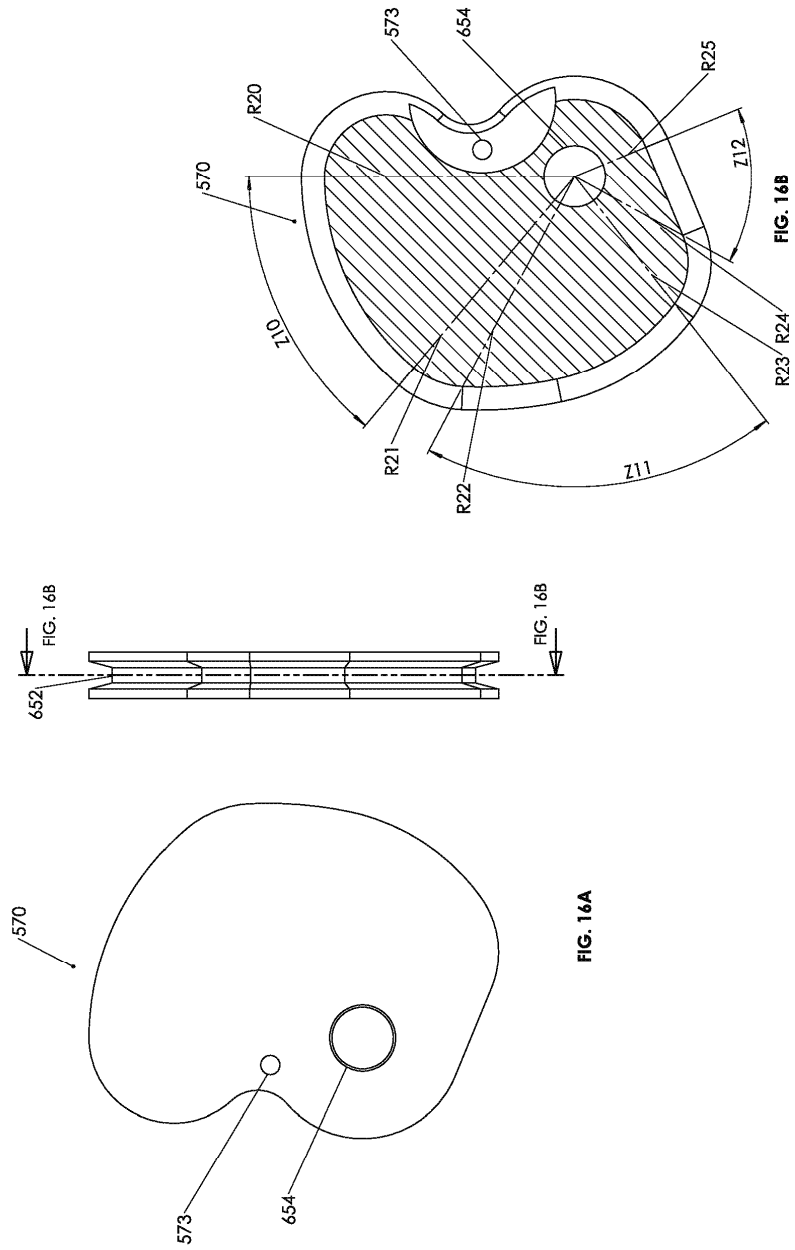


FIG. 13B





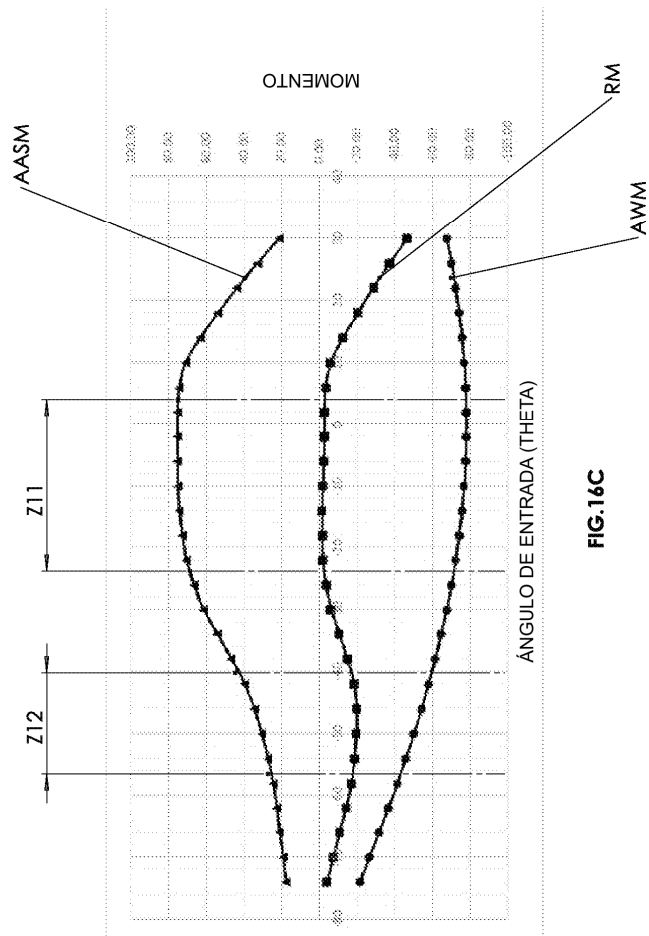
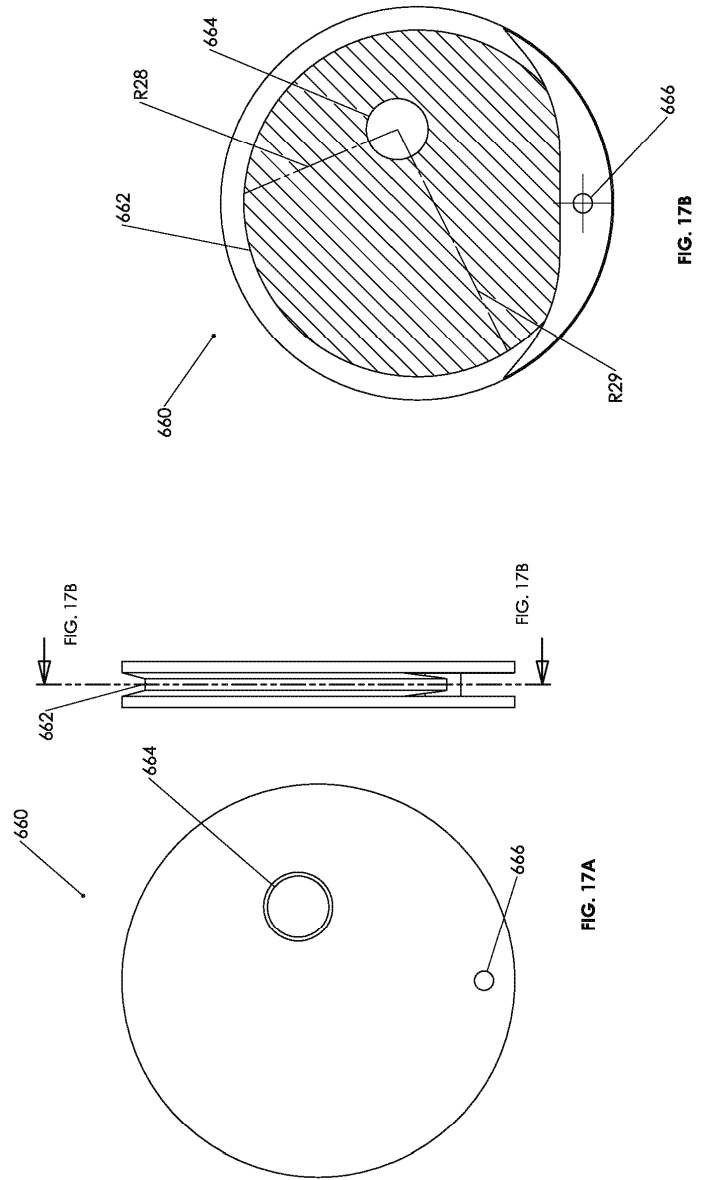


FIG.16C



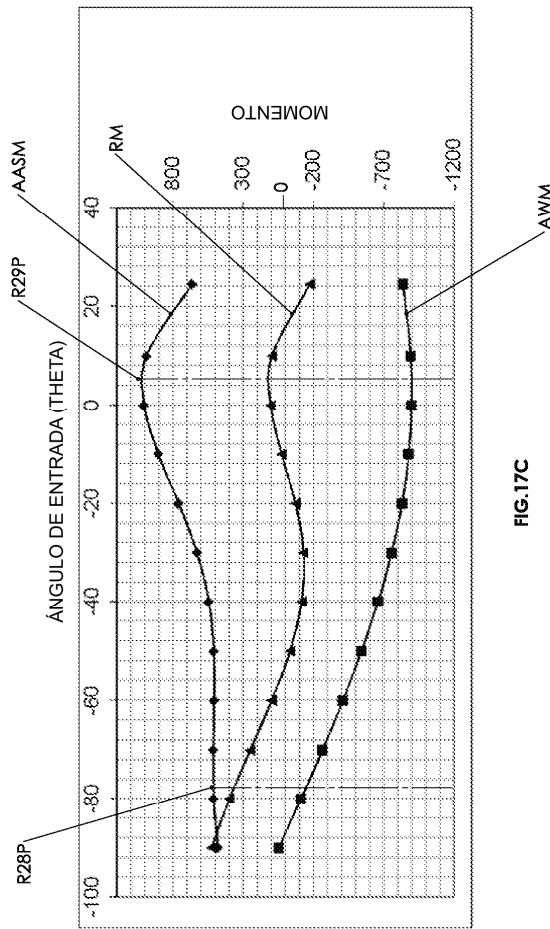
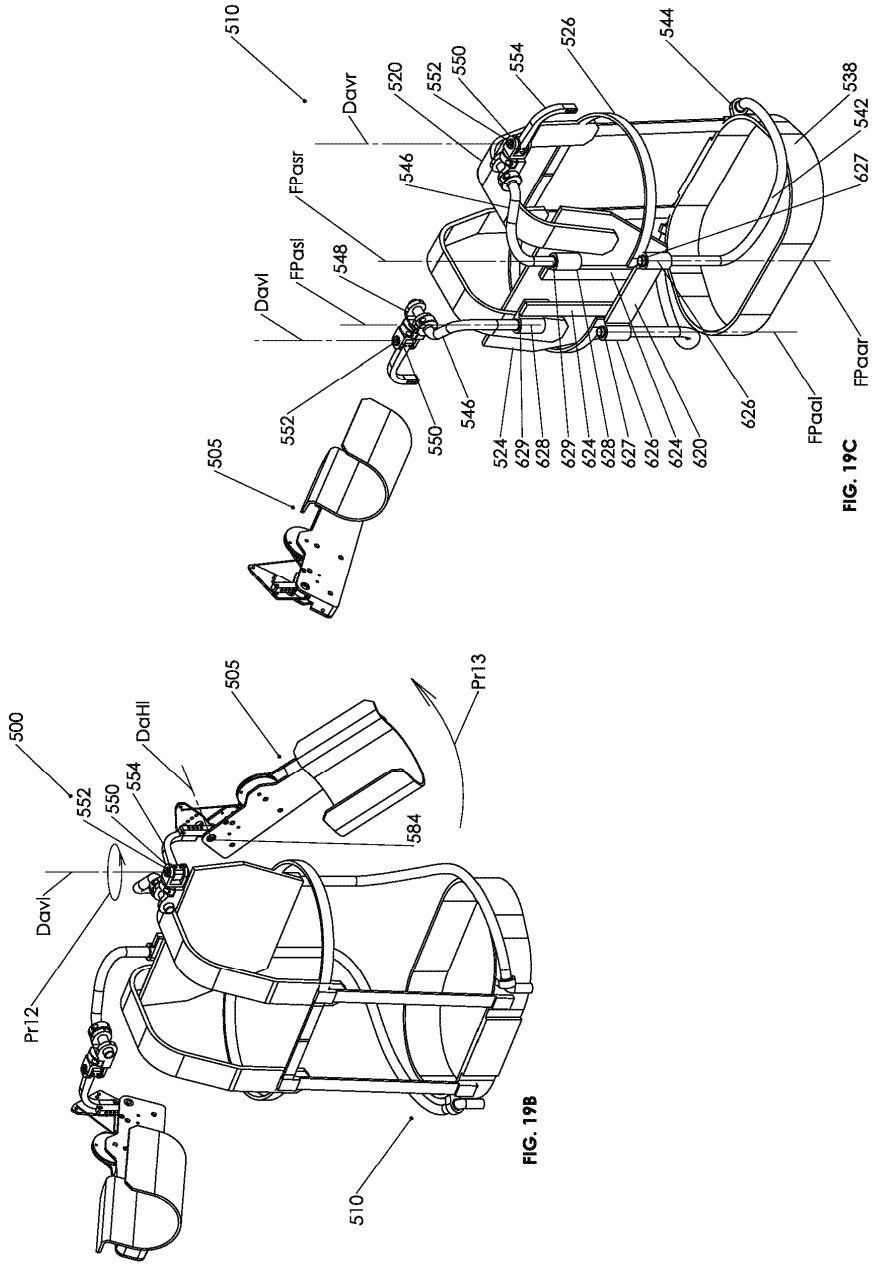
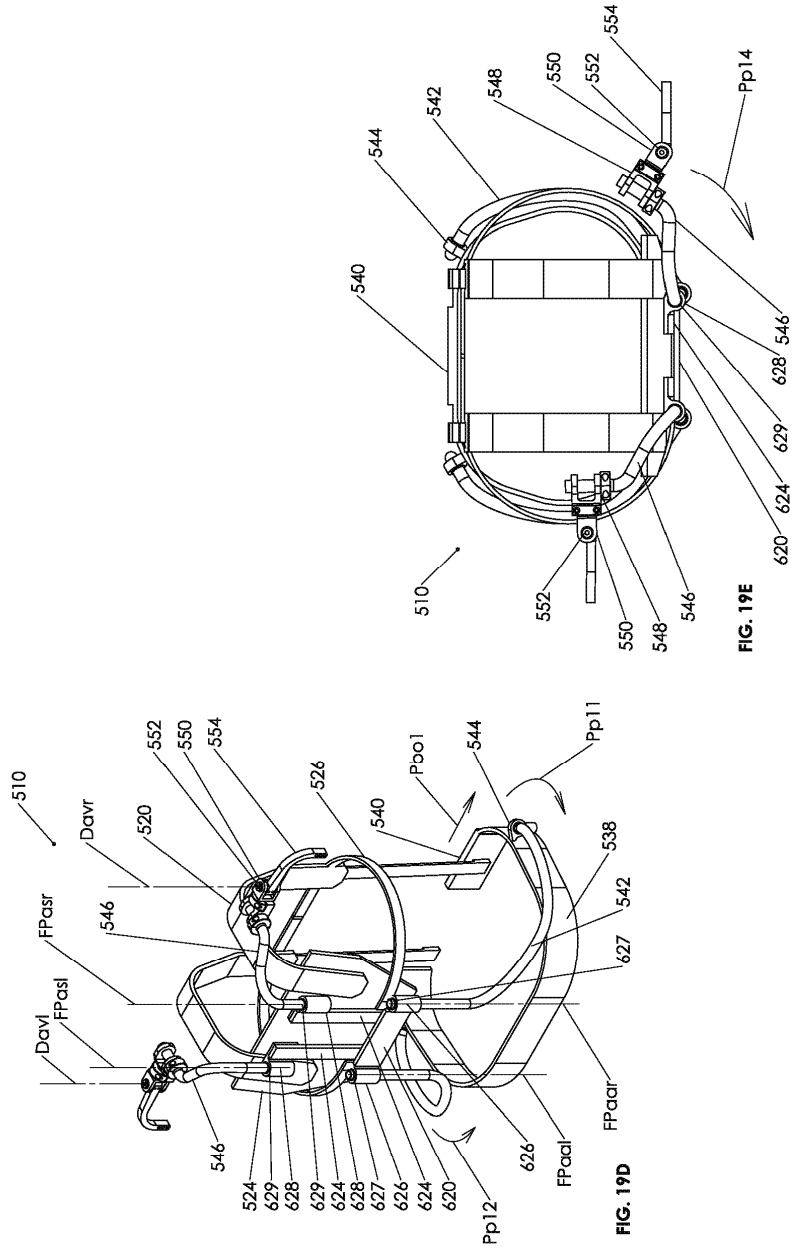
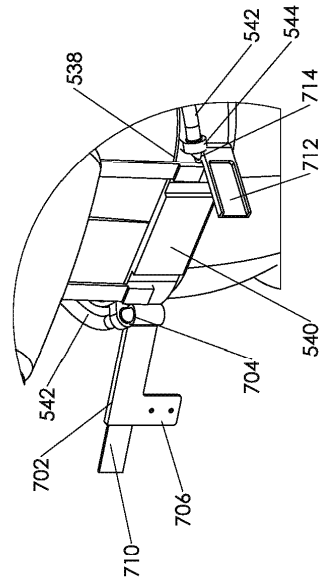
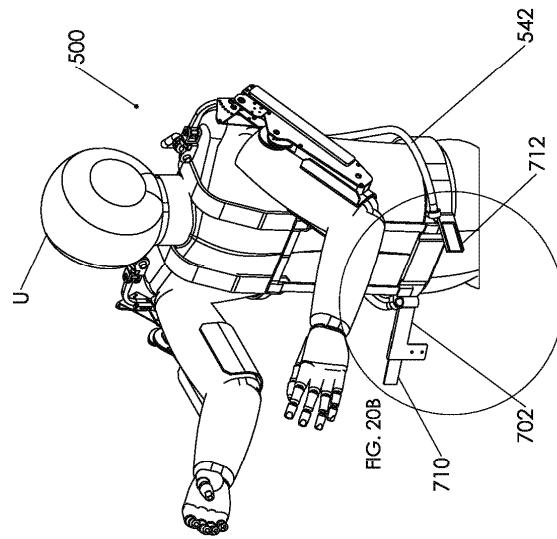
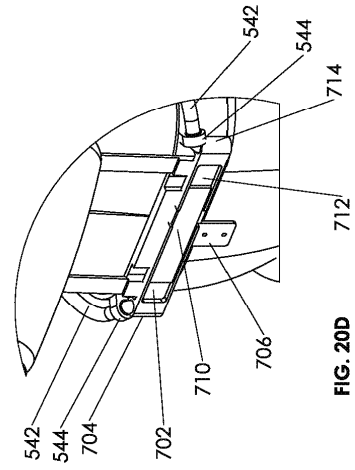
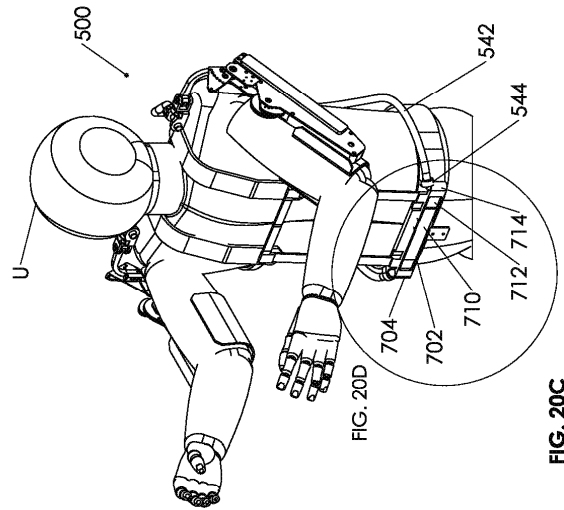


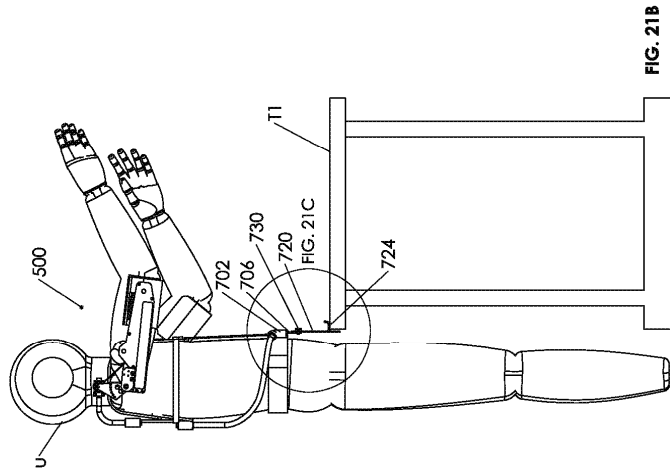
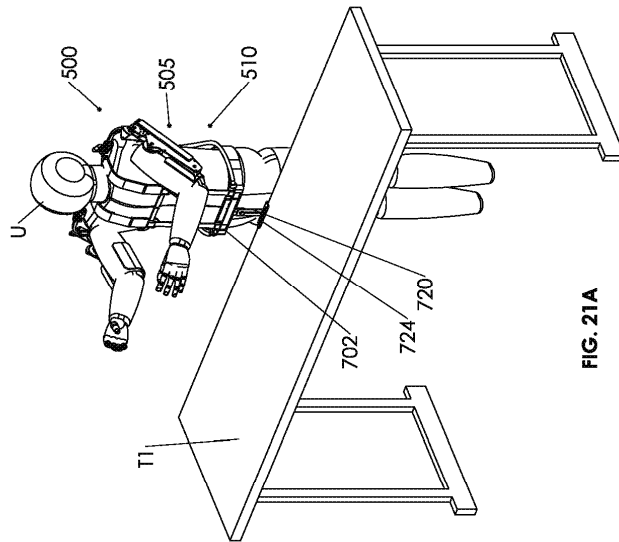
FIG.17C

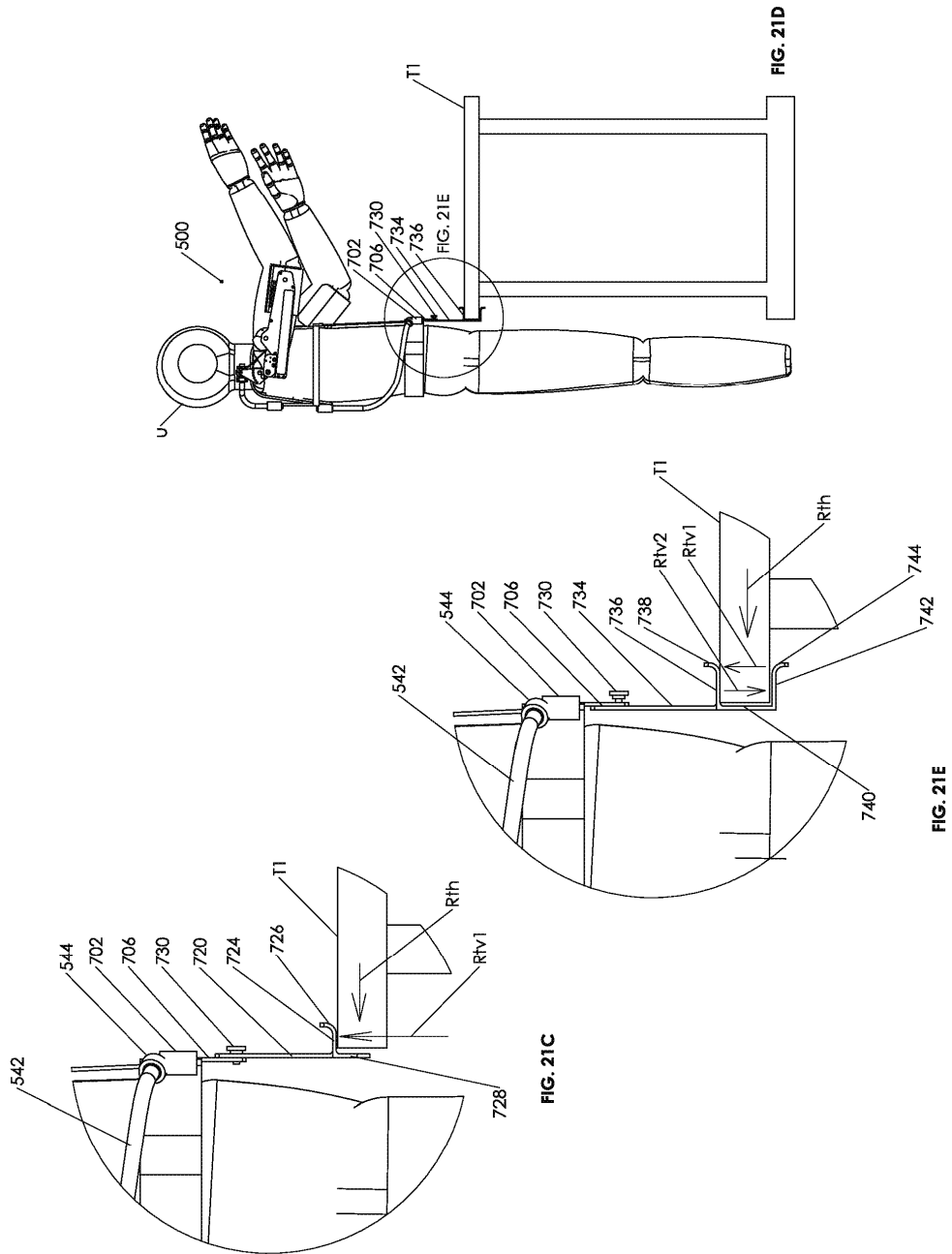












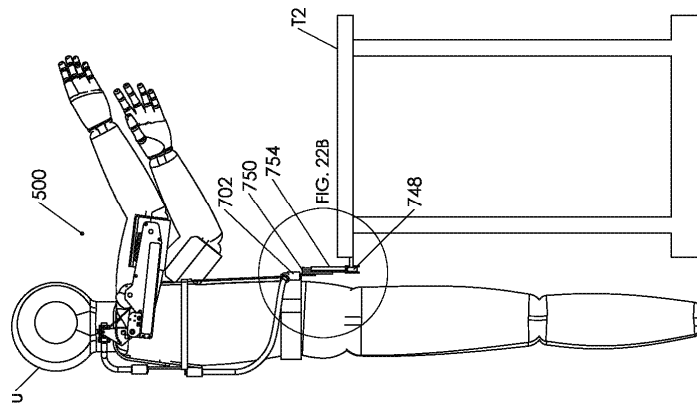


FIG. 22A

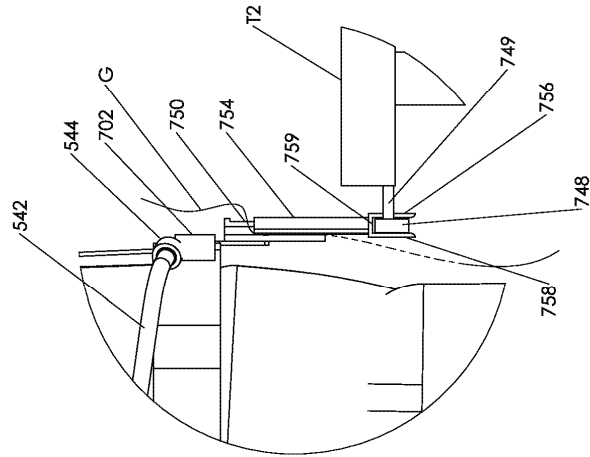
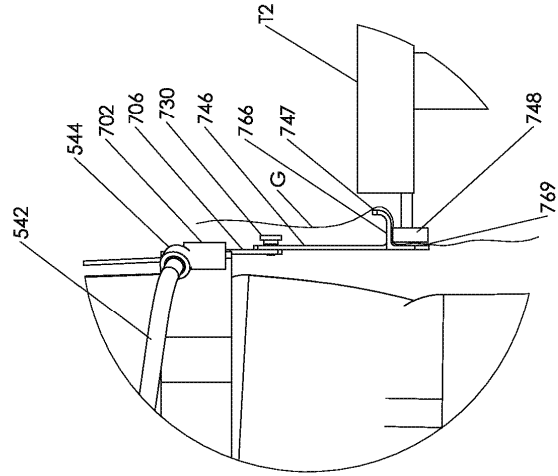
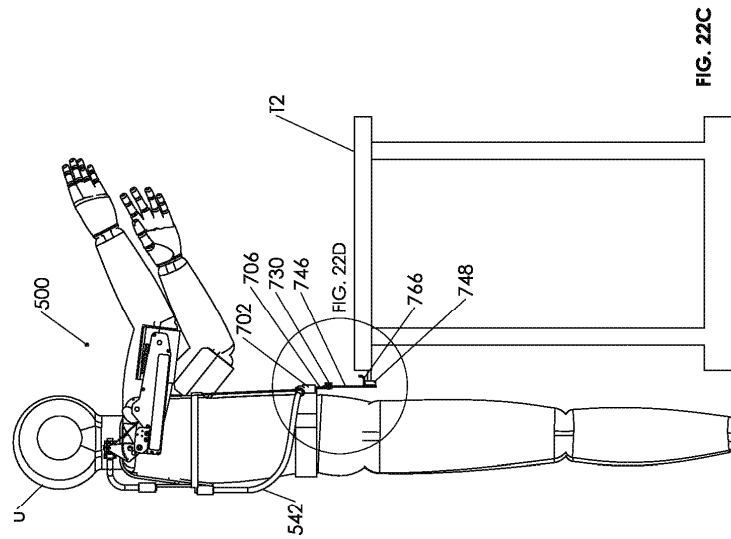
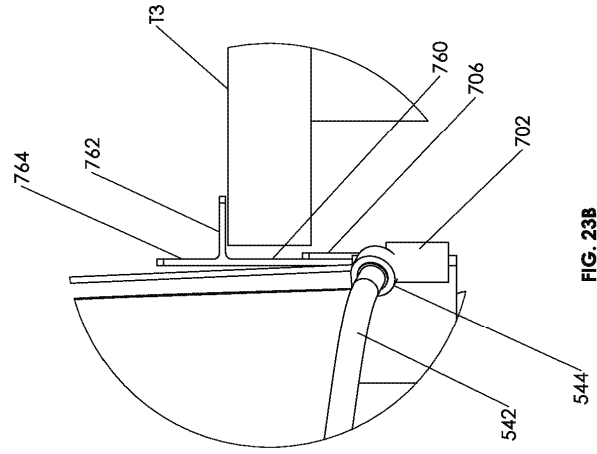
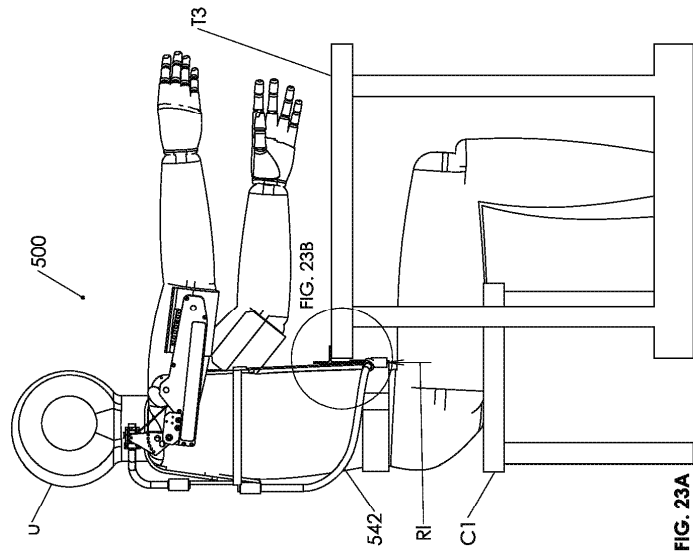
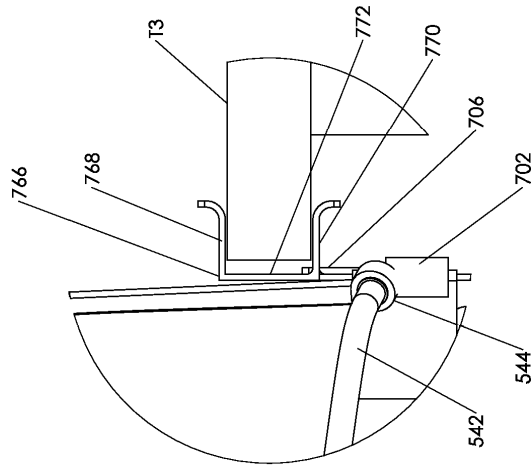
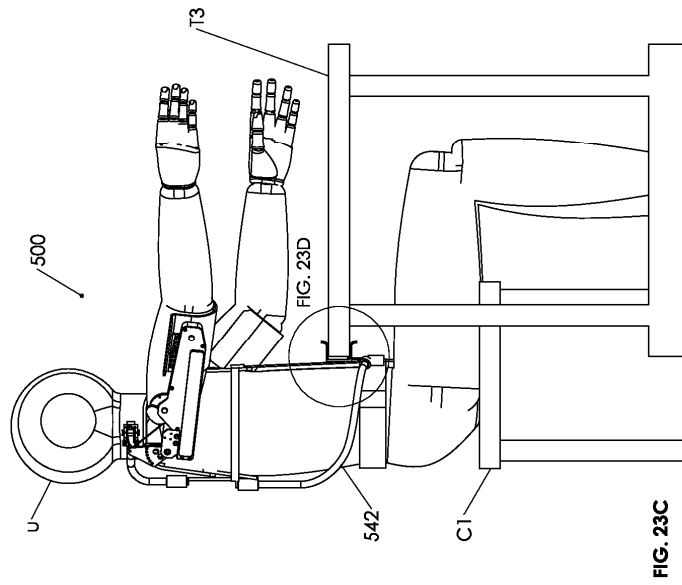


FIG. 22B







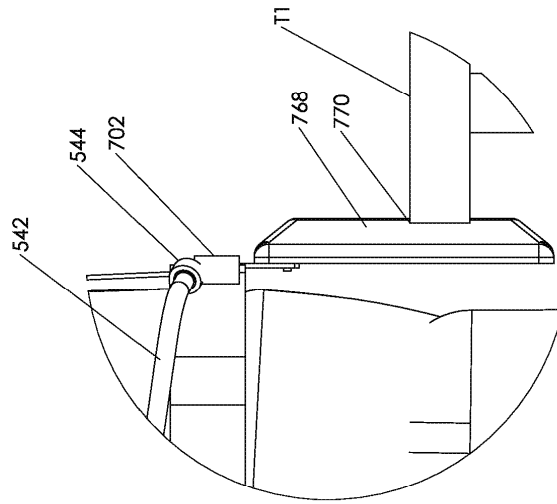


FIG. 24B

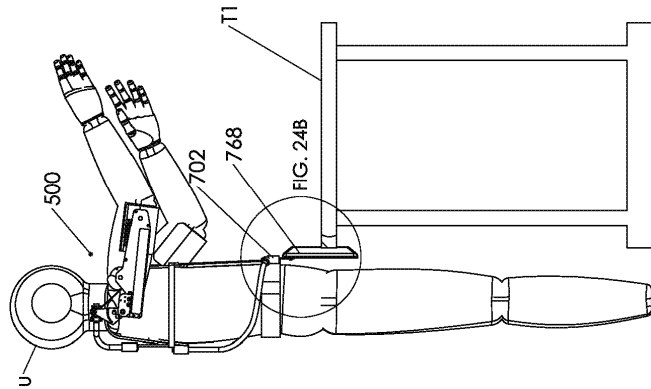


FIG. 24A

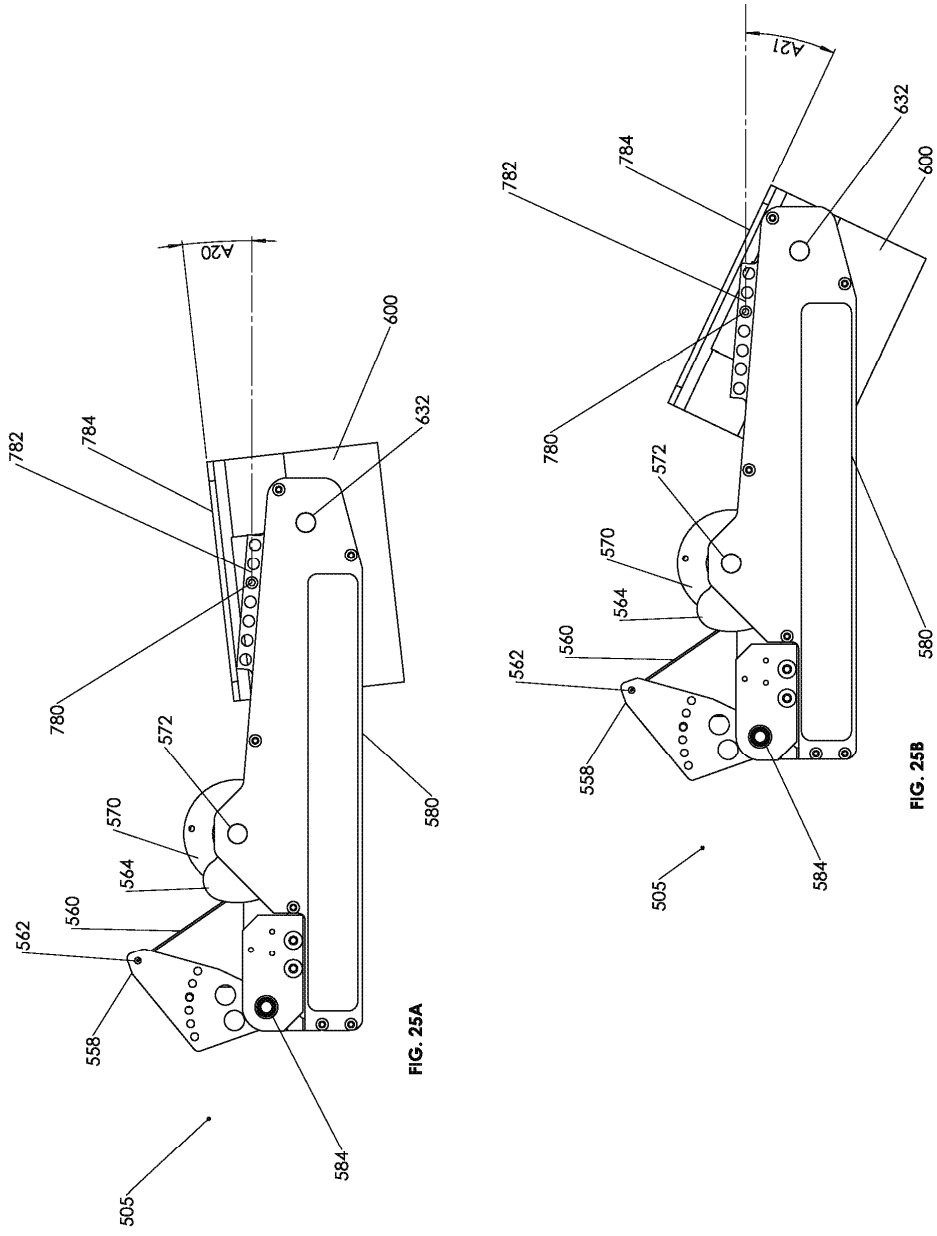


FIG. 25A

FIG. 25B

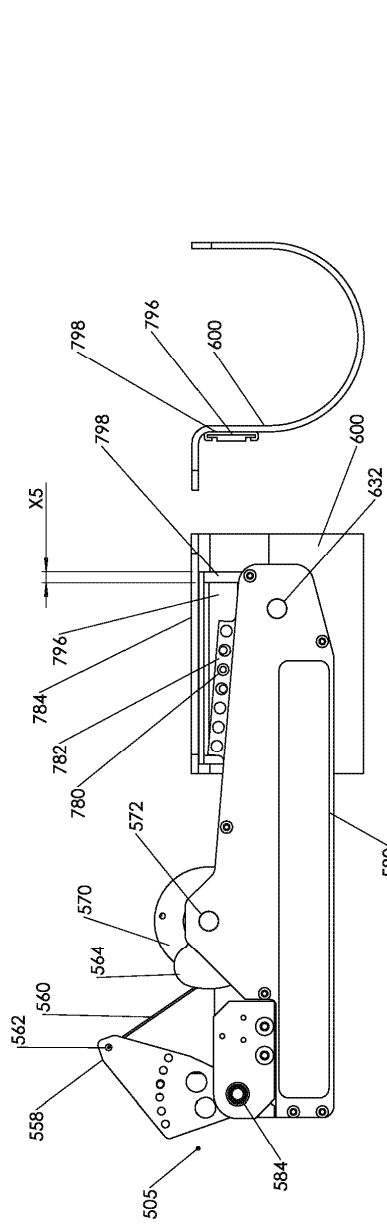


FIG. 26A

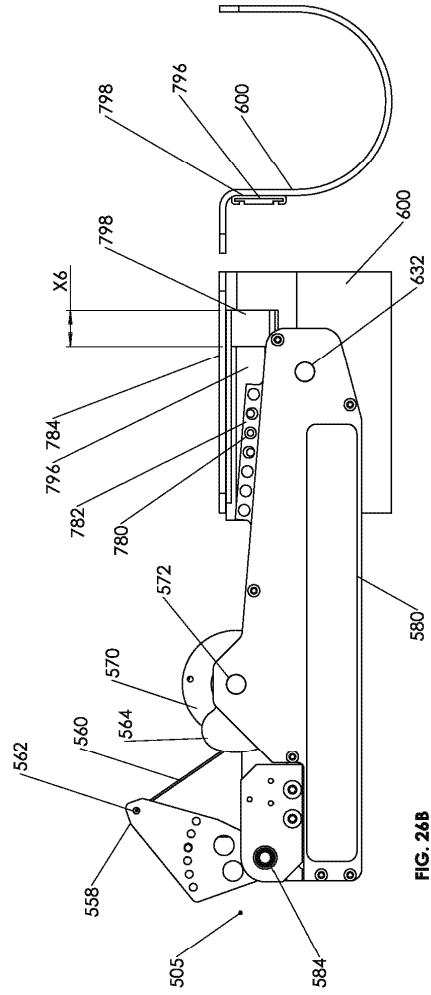


FIG. 26B

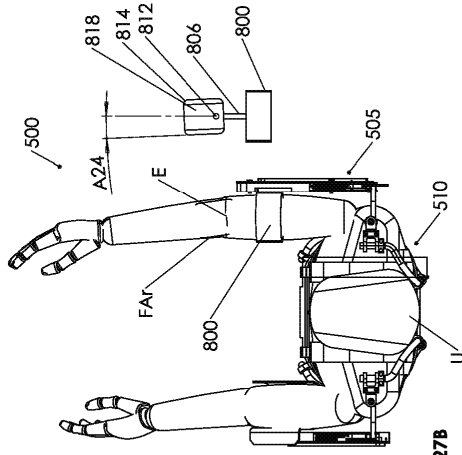


FIG. 27B

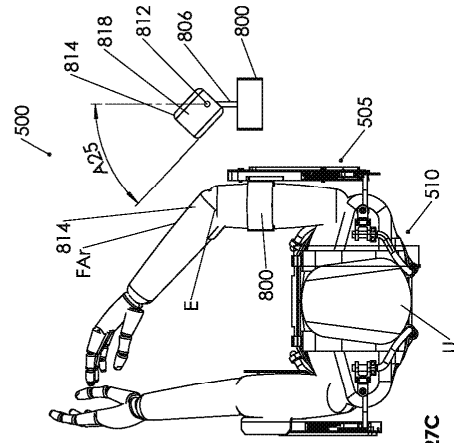


FIG. 27C

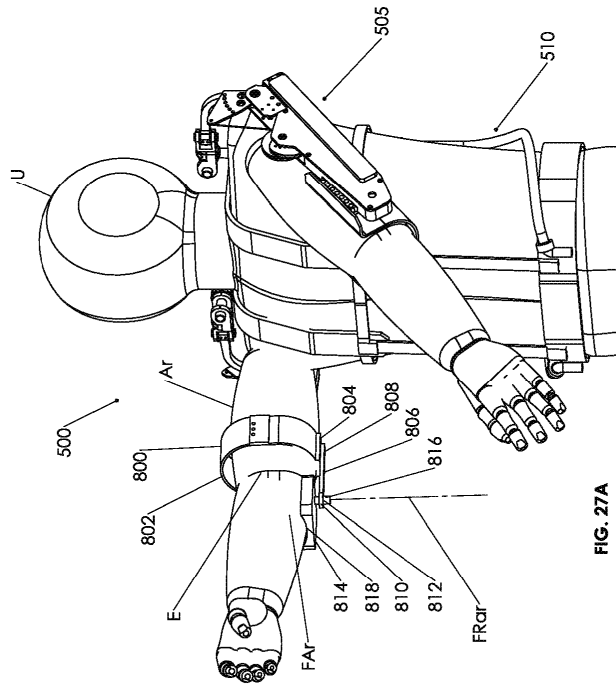
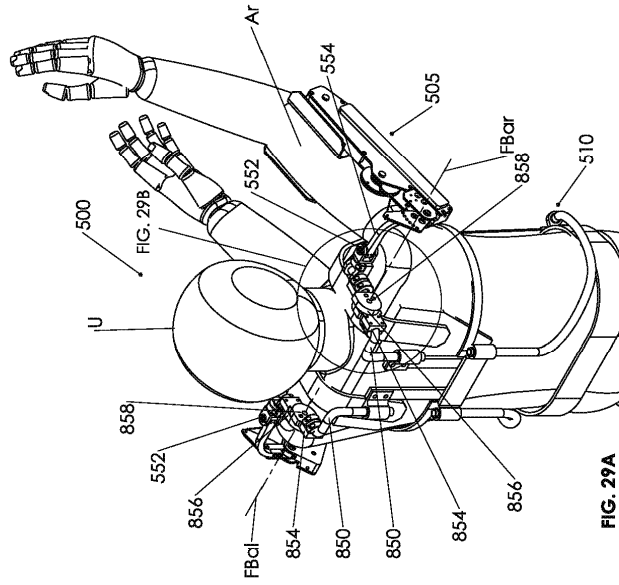
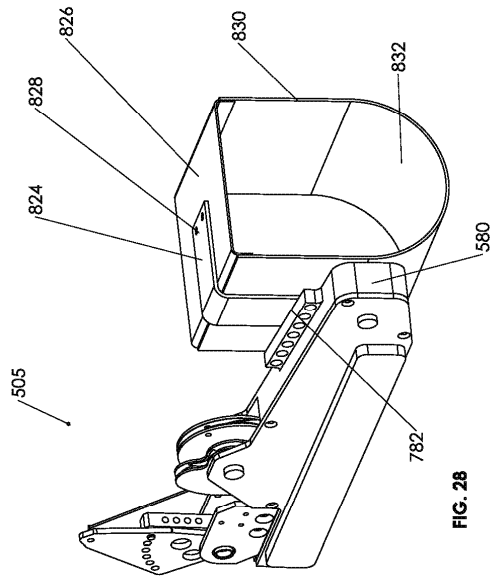


FIG. 27A



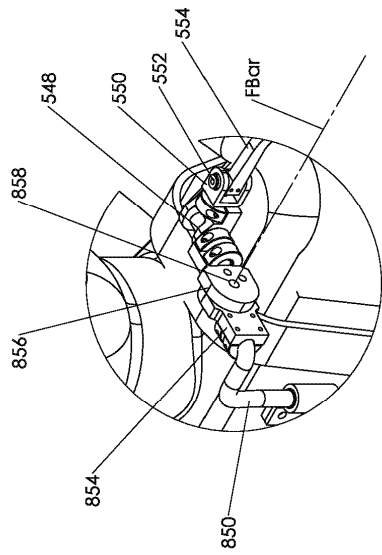


FIG. 29B

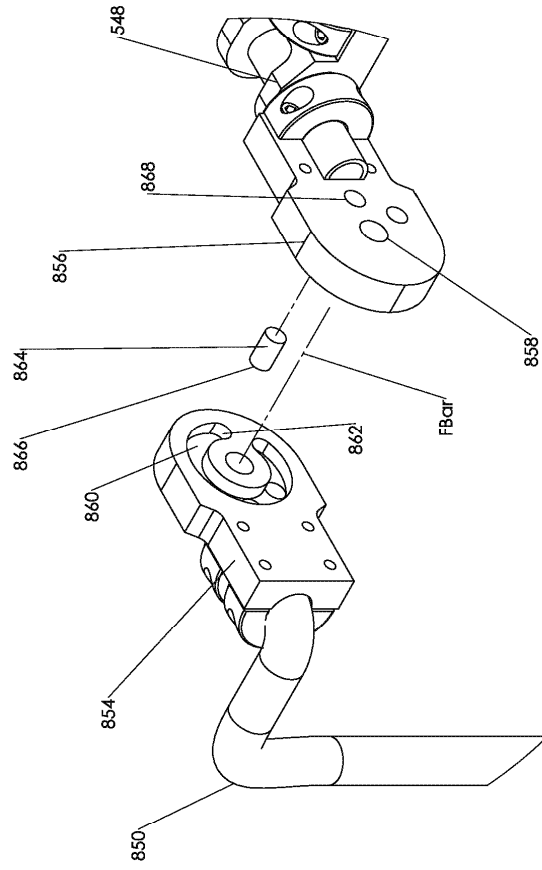
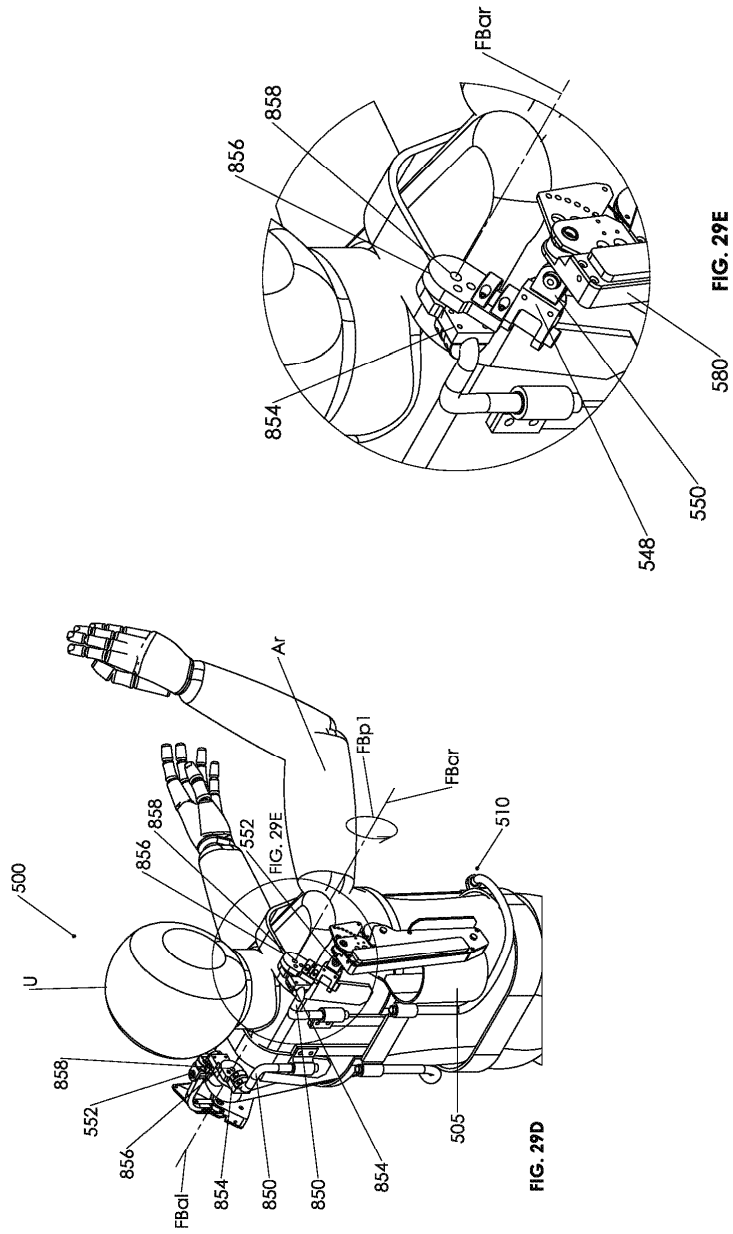
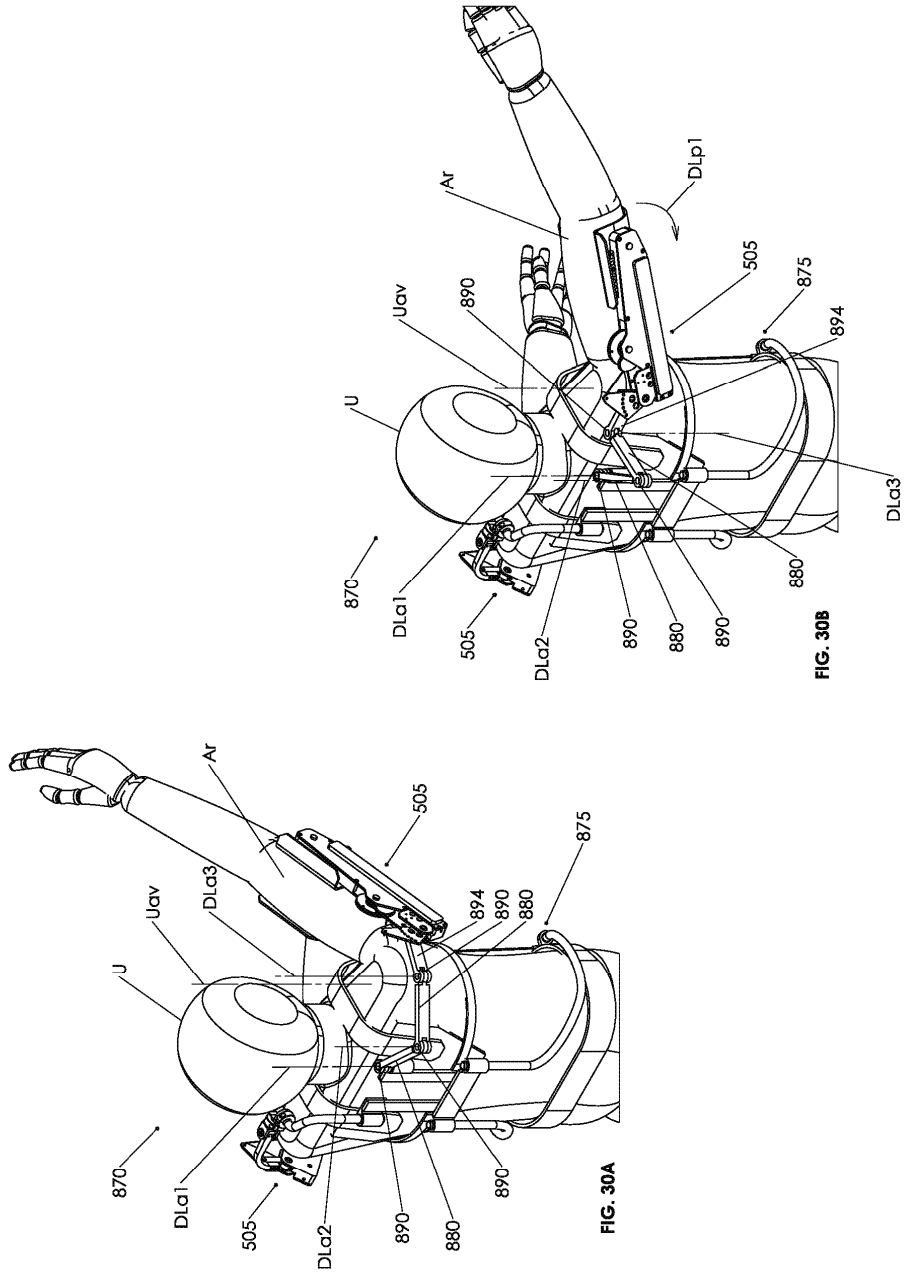


FIG. 29C





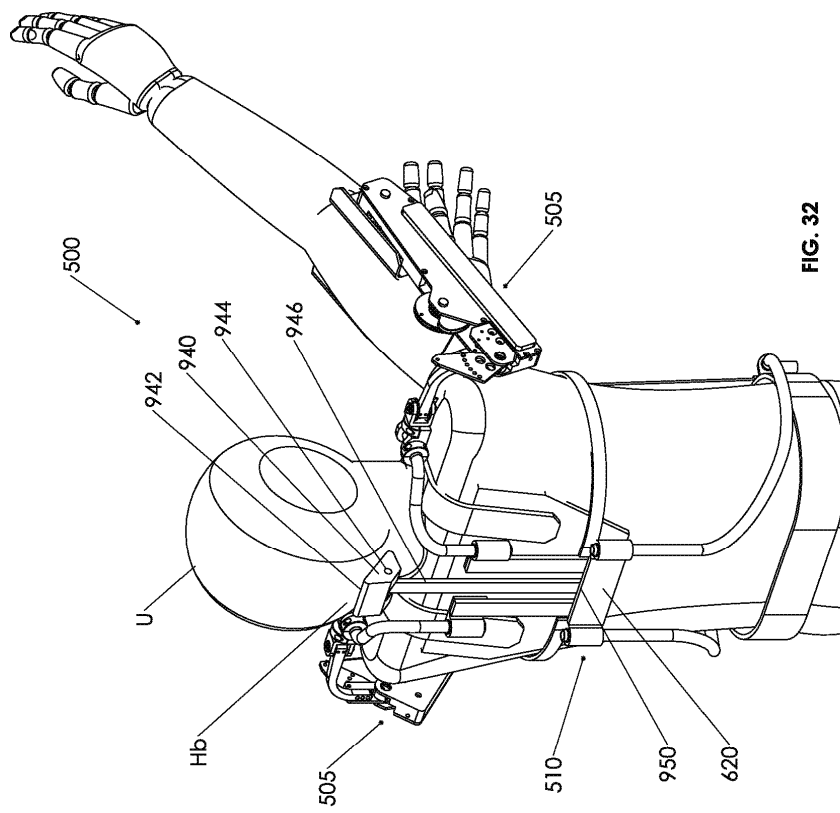


FIG. 32

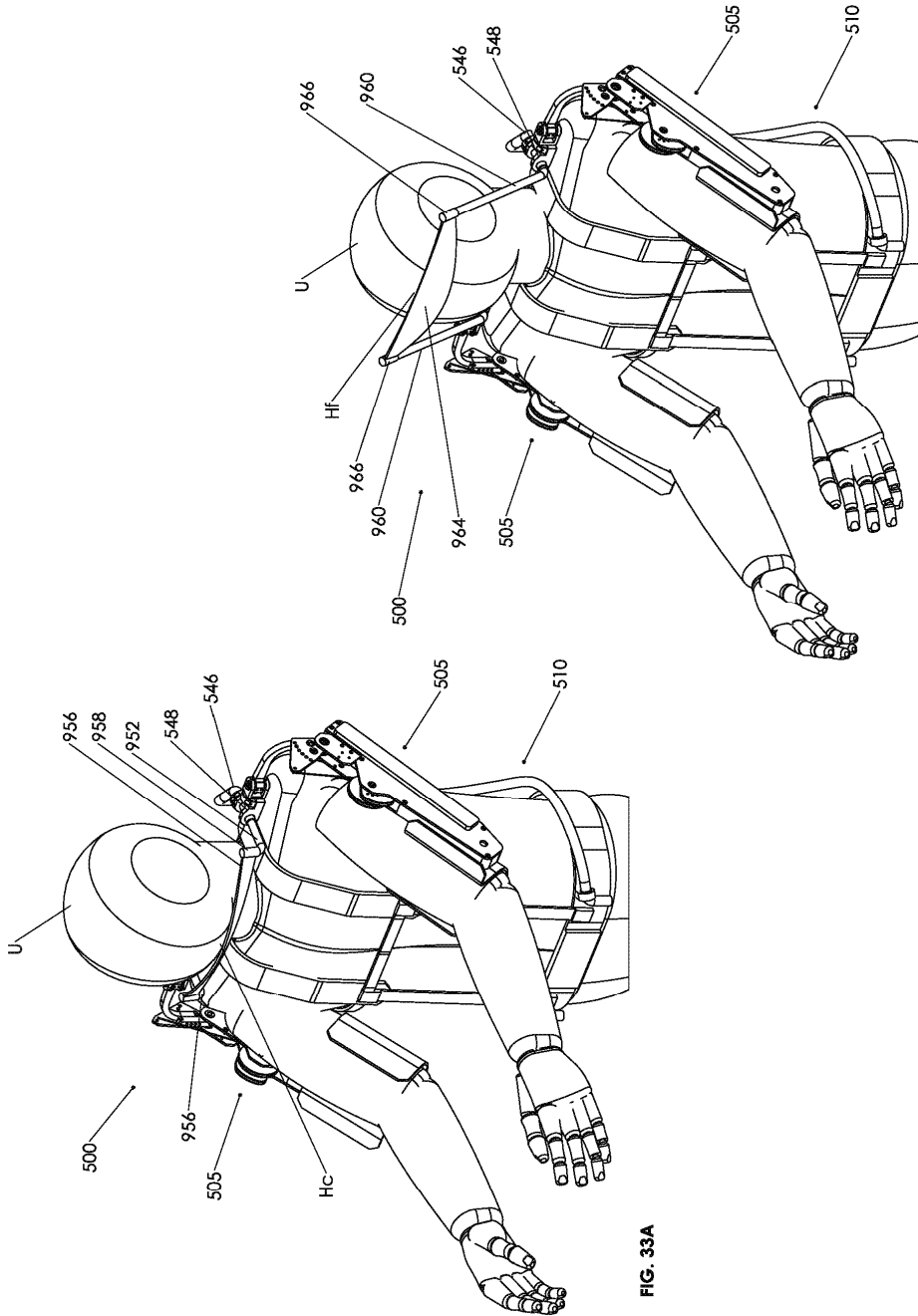


FIG. 33B

FIG. 33A

