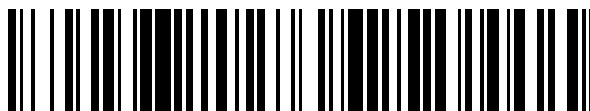


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 641 734**

51 Int. Cl.:

**B66D 3/18** (2006.01)

**B66D 1/56** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.01.2007 PCT/US2007/001220**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.07.2007 WO07084553**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.01.2007 E 07716722 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.07.2017 EP 1976790**

54 Título: **Actuador de equipo de izado**

30 Prioridad:

**17.01.2006 US 759462 P**  
**16.01.2007 US 623710**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**13.11.2017**

73 Titular/es:

**GORBEL, INC. (100.0%)**  
**600 FISHERS RUN**  
**FISHERS NY 14453-0593, US**

72 Inventor/es:

**STOCKMASTER, JAMES;**  
**ALDAY, JIM;**  
**PEETS, BRIAN;**  
**LIU, PETER;**  
**DEVORIA, ROBERT;**  
**PEMBROKE, JOHN y**  
**REESE, BLAKE**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 641 734 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**

Actuador de equipo de izado

**Campo técnico**

5 La presente invención está dirigida a un actuador de equipo de izado mejorado y, más específicamente, a un actuador de equipo de izado eléctrico para el uso en diversos sistemas de izado, incluyendo el actuador diversas mejoras que reducen el coste y mejoran el rendimiento (por ejemplo mayor capacidad máxima total) y la fiabilidad del actuador, además de hacer el actuador, el efector final y los componentes con diseños comunes en varias aplicaciones y/o intervalos de carga.

10 El documento US 6.622.990 B2 describe un amplificador de potencia humana para izar carga con un aparato de prevención de falta de tirantez.

**Antecedentes**

15 El uso de actuadores de equipo de izado eléctrico es bien conocido en la industria de movimiento de materiales. Los equipos de izado eléctricos son particularmente útiles y se han aplicado en diversas realizaciones para proporcionar distintas capacidades de elevación para dispositivos de izado personales destinados a izar y transportar cargas. Entre los ejemplos de tales dispositivos se incluyen los sistemas Gobel G-Force™ y Easy Arm™.

20 Más específicamente, la presente invención está dirigida a una clase de dispositivos de movimiento de materiales denominados equilibradores o equipos de izado, que incluyen una polea de izado motorizada, que tiene un cable o una amarra que, con un extremo fijado a la polea, se enrolla alrededor de la polea según se rota la polea, y un efector final o control de operario en forma de un dispositivo electromecánico colgante o similar que puede unirse al otro extremo (libre o no fijo) del cable. El efector final tiene componentes que están unidos a la carga que se está izando, y la rotación de la polea enrolla o desenrolla la amarra y hace que el efector final ize o baje la carga unida a la misma. En un modo de funcionamiento, el actuador aplica un par motor a la polea y genera una fuerza de amarra ascendente que es exactamente igual a la fuerza de gravedad del objeto que se está izando, de manera que la tensión en la amarra compensa fundamentalmente el peso del objeto. Por lo tanto, la única fuerza que el operario ha de imponer para maniobrar el objeto es la fuerza de aceleración del objeto.

25 En una clase de sistemas, estos dispositivos miden la fuerza humana o el movimiento humano y, basándose en esta medición, varían la velocidad o fuerza aplicada por el actuador (accionamiento neumático o accionamiento eléctrico). Ejemplos de un dispositivo de este tipo son la patente de EE.UU. n° 4.917.360 a Yasuhiro Kojima, la patente de EE.UU. n° 6.622.990 a Kazerooni y la patente de EE.UU. n° 6.386.513 a Kazerooni. La patente de EE.UU. 6.622.990 para un "HUMAN POWER AMPLIFIER FOR LIFTING LOAD WITH SLACK PREVENTION APPARATUS" (amplificador de potencia humana para izar carga con aparato de prevención de falta de tirantez) a Kazerooni, publicada el 23 de septiembre de 2003. Con éste y con dispositivos similares, cuando el humano empuja hacia arriba en el efector final, la polea gira e iza la carga; y cuando el humano empuja hacia abajo en el efector final, la polea gira en dirección opuesta y baja la carga. Un funcionamiento similar puede observarse en sistemas que tienen lo que frecuentemente se denomina un "modo de flotación", en el que la aplicación por parte de un operario de una fuerza ascendente o descendente a la carga misma tiene como resultado un movimiento de la carga asistido por el sistema.

**Descripción de la invención**

40 Las realizaciones descritas en la presente memoria están diseñadas para dotar de varias mejoras los actuadores eléctricos y sistemas de izado existentes. En un sentido general, el diseño mejorado facilita la normalización del diseño del actuador con el fin de reducir el número de componentes necesario para fabricar y realizar el mantenimiento de una amplia gama de sistemas de izado, cambiándose menos componentes entre varios actuadores que tienen distintos intervalos de izado de carga. El nuevo diseño modifica también varios componentes en el actuador y los controles de usuario asociados (por ejemplo soporte colgante de control de operario) para mejorar la fiabilidad, la facilidad de mantenimiento y la capacidad de ampliación de los controles.

45 En las realizaciones de la presente memoria se describe un actuador de equipo de izado, que comprende: un controlador; un motor eléctrico para accionar el actuador, funcionando dicho motor en respuesta a unas señales de control procedentes del controlador, para rotar un tambor sobre el cual se enrolla y desenrolla un cable metálico con un extremo fijado al tambor; y una interfaz de operario, acoplada cerca del extremo libre del cable metálico, incluyendo dicha interfaz de operario una herramienta de izado desmontable y suministrando la interfaz de operario señales del operario al controlador para controlar el funcionamiento del actuador.

50 También se describen: una armazón para suspender de la misma con posibilidad de rotación el motor, la reducción mecánica y el tambor; un sensor de carga acoplado a la armazón, para detectar la carga como resultado de la rotación del conjunto de motor/reductor/tambor cuando se aplica una carga al extremo desenrollado del cable metálico; un sensor de falta de tirantez para detectar el ángulo de orientación del conjunto de motor/reductor/tambor y determinar cuándo existe un estado de falta de tirantez en respuesta a una señal del sensor de falta de tirantez,

5 montado en el conjunto rotatorio en una realización; un conjunto de motor universal y reductor que puede equiparse con uno de una pluralidad de reductores adicionales con el fin de modificar el intervalo de capacidad del actuador; un reductor planetario, estando la configuración mecánica del reductor sustancialmente encerrada dentro del tambor de polea de cable metálico; una guía de cable para controlar la posición y mantener la integridad de enrollamiento (tirantez) del cable según se enrolla sobre el tambor o se desenrolla del mismo; sensores de límite de cable ajustables, que se disparan en respuesta al movimiento axial extremo de la guía de cable según se enrolla y desenrolla el cable; e incluyendo la guía de cable una pluralidad de filetes para un acoplamiento con unas gargantas previstas en el tambor con el fin de proporcionar la fuerza lateral para mover la guía según se enrolla y desenrolla el cable. Dichas gargantas sirven también de posición para el cable metálico en el tambor, produciendo una colocación precisa de una sola capa del cable metálico sobre el tambor.

15 También se describen, en relación con diversas realizaciones alternativas de la interfaz de operario: un mango; un acoplamiento giratorio para unir la interfaz al cable metálico, pero permitiendo una rotación de 360 grados de la misma en relación con el cable por medio de un anillo deslizante a modo de disco plano adecuado para proporcionar contactos eléctricos y un canal de aire o un conducto con los mismos; un sensor de bobina para detectar una componente vertical de un desplazamiento aplicado al mango, estando el mango acoplado a un núcleo que pasa por el interior de la bobina mediante un filamento flexible; una pantalla de cristal líquido en la interfaz para mostrar información de estado a un operario; un sensor óptico de proximidad sin contacto para detectar la presencia de la mano de un operario en el mango durante el funcionamiento; y un acoplamiento de desconexión rápida, de tipo bayoneta o de tipo pasador para acoplar herramientas a la parte inferior de la interfaz.

20 **Breve descripción de los dibujos**

La FIGURA 1 es una ilustración esquemática de una realización ejemplar de la presente invención;

las FIGURAS 2-4 son representaciones ilustrativas de diversas realizaciones alternativas (por ejemplo diferentes capacidades de carga) de un conjunto de accionamiento de actuador de acuerdo con diversos aspectos de diseño comunes de las realizaciones descritas;

25 las FIGURAS 5 y 6 son representaciones ejemplares de un mecanismo de engranajes planetarios que ilustran realizaciones alternativas adecuadas para diferentes capacidades de carga;

las FIGURAS 7A-C y 8-11 son representaciones ilustrativas de un sistema de detección de carga mejorado empleado como un aspecto de las realizaciones descritas, utilizándose una célula de carga para detectar la carga aplicada a través de una rotación del conjunto de accionamiento en relación con la estructura de suspensión;

30 las FIGURAS 12A y 12B son realizaciones alternativas de los dispositivos de interfaz de operario empleados de acuerdo con la invención descrita;

las FIGURAS 13A-13C son ejemplos ilustrativos de los componentes y el funcionamiento (FIGURAS 13A, 13B) del dispositivo de interfaz de operario representado en la FIGURA 12A;

35 la FIGURA 14 es una ilustración de un conjunto de anillo deslizante adecuado para la conducción de señales eléctricas y de aire (fluido) al dispositivo de interfaz de operario de la FIGURA 12A;

las FIGURAS 15A-B y 16 son representaciones detalladas de realizaciones alternativas de los dispositivos de interfaz de operario de las FIGURAS 12A-B;

40 las FIGURAS 17 - 19 son ilustraciones detalladas que representan una realización de la presente invención dirigida a detectar el potencial para un estado de falta de tirantez del cable metálico de acuerdo con un aspecto de la presente invención;

las FIGURAS 20 - 21 representan una realización de detección de falta de tirantez alternativa que puede emplearse de acuerdo con la invención descrita;

45 las FIGURAS 22-24 son representaciones detalladas de una gestión de cable mejorada y características de cubrimiento de tambor, incluyendo una prevención de falta de tirantez, de acuerdo con un aspecto de la presente invención;

las FIGURAS 25 y 26 ilustran una realización en la que los componentes de compuerta de cable de las FIGURAS 22-23 se utilizan para detectar límites de desplazamiento del cable; y

las FIGURAS 27-29 ilustran una realización alternativa para detectar límites de desplazamiento de cable empleando las compuertas de las FIGURAS 22 y 23.

50 **Mejor modo de llevar a cabo la invención**

Lo que sigue es una descripción destinada a proporcionar información relacionada con cada una de las diversas mejoras en un actuador de equipo de izado eléctrico y se ha descrito con respecto a las realizaciones del mismo. Sin

embargo, se apreciará que varias de las mejoras pueden utilizarse con, o implementarse en, otros tipos de actuadores u otro equipo de manipulación de carga en general y no están limitadas específicamente a un actuador eléctrico o sistema de izado como los descritos en la presente memoria. No se tiene la intención de que los dibujos estén a escala y algunas características de los mismos pueden mostrarse con dimensiones aumentadas para una mayor claridad.

Remitiéndonos a la FIGURA 1, puede verse en la misma una representación esquemática de una realización de la invención, que muestra una polea receptora o motriz y unos conjuntos mecánicos asociados en un amplificador **110** de potencia humana ejemplar. En la parte superior del dispositivo, una polea receptora **111**, accionada por un actuador **112**, está unida directamente a una grúa de techo, a una grúa de pared, a un puente-grúa, a un brazo o a una estructura similar (no mostrada). Rodeando la polea **111** se halla una amarra o cable **113**, que tiene un extremo unido a la polea y el extremo libre opuesto para unirlo a una carga. El cable **113**, también denominado cable metálico, es capaz de izar o bajar una carga **125** cuando la polea **111** gira. La amarra **113** puede ser cualquier tipo de amarra, alambre, cable, cinta, sogá, cable metálico de pequeño diámetro, cuerda, bramante, cordón, cadena u otro elemento que pueda enrollarse alrededor de una polea o de un tambor y pueda proporcionar una fuerza de izado a una carga. Unido a la amarra **113** se halla un efector final **114**, que incluye un subsistema de interfaz de humano (por ejemplo un mango o soporte colgante **116**) y un subsistema **117** de interfaz de carga, que en esta realización incluye un gancho en J desmontable, pero que también puede incluir un par de ventosas o unos medios de agarre de carga similares. No mostrada, pero incluida en una realización con ventosas, existiría una manguera de aire para suministrar vacío a las ventosas.

En una realización, el actuador **112** es un motor eléctrico con una transmisión, pero como alternativa puede ser un motor de accionamiento eléctrico sin transmisión. Además, el actuador **112** puede alimentarse utilizando otros tipos de energía, incluyendo neumática, hidráulica y otras alternativas. Tal como se utilizan en la presente memoria, las transmisiones son dispositivos mecánicos tales como engranajes, poleas y similares que aumentan o disminuyen la fuerza de tracción en la amarra. La polea **111** puede sustituirse por un tambor o un cabrestante o cualquier mecanismo que pueda convertir el movimiento rotativo o angular proporcionado por el actuador **112** en un movimiento vertical que levante y baje la amarra **113**. Aunque en esta realización el actuador **112** impulsa directamente la polea receptora **111**, es posible montar el actuador **112** en otro lugar y transferir la energía a la polea receptora **111** a través de otro sistema de transmisión, tal como un conjunto de cadenas y ruedas dentadas. El actuador **112** funciona preferiblemente en respuesta a un controlador electrónico **150** que recibe señales del efector final **114** a través de un cable de señales (no mostrado), un mazo de cables u otros medios de transmisión de señales similares. Se apreciará que existen varias maneras de transmitir señales eléctricas y que el medio de transmisión puede ser un medio de transmisión de señales alternativo, incluyendo una transmisión inalámbrica (por ejemplo RF, óptica, etc.). Una realización de la presente invención contempla un conductor flexible **148** de bobina hecho a medida, en el que el cableado de control bobinado y/o el conducto de aire están moldeados a medida para permitir que dicho conductor flexible conserve su forma (por ejemplo enrollado alrededor del cable **113**).

Además de los controles de operario, pueden emplearse uno o más sensores para proporcionar características funcionales y/o de seguridad al sistema. Por ejemplo, el controlador **150** puede recibir una entrada de datos de sensores (por ejemplo conmutadores), tal como un sensor **160** de falta de tirantez, un sensor **170** de límite de desplazamiento de cable, una célula **1170** de carga (por ejemplo Figuras 10, 11) o un sensor **1710** de presencia de operario (FIGURA 17).

En una realización, el controlador **150** contiene tres componentes principales:

1. Caucearía de control que incluye un circuito analógico, un circuito digital y/o un ordenador con capacidad de entrada y salida y periféricos estándar. La función de la caucearía de control es procesar la información recibida de diversas entradas y generar señales de mando para el control del actuador (a través del amplificador de potencia).

2. Un amplificador de potencia que envía energía al actuador en respuesta a una instrucción de la caucearía de control (por ejemplo una célula de carga que indique la fuerza debida a la carga). En general, el amplificador de potencia recibe energía eléctrica de una fuente de alimentación y suministra la cantidad adecuada de energía al actuador. La cantidad de energía eléctrica (corriente y/o tensión) suministrada por el amplificador de potencia al actuador **112** se determina mediante la señal de mando generada dentro del ordenador y/o la caucearía de control. Se apreciará que es posible emplear diversas configuraciones de motor-controlador-amplificador, basándose en los requisitos del equipo de izado. En una realización, el sistema motor-accionamiento preferido es el ACOPOS Servo Drive producido por B&R Automation con el número de pieza de fabricante 8V1016.50-2. Una realización contempla además la adición de otros módulos utilizados junto con este accionamiento, tal como una CPU (por ejemplo ACOPOS 8AC140 u 8AC141), módulos de E/S (por ejemplo 8AC130.60-1) y componentes similares, para completar los controles.

3. Un circuito lógico compuesto de relés electromecánicos o de estado sólido, conmutadores y sensores, para arrancar y parar el sistema en respuesta a una secuencia de posibles eventos. Por ejemplo, los relés se utilizan para arrancar y parar todo el funcionamiento del sistema utilizando dos pulsadores instalados bien en el controlador, bien en el efector final. Los relés también accionan un freno de fricción (no mostrado) en caso de un fallo de alimentación o cuando el operario abandona el sistema. En general, dependiendo de la aplicación, son posibles diversas

arquitecturas y diseños detallados para el circuito lógico. En una realización, el circuito lógico puede ser similar al empleado en el equipo de izado G-force fabricado y vendido por Gorbel, Inc.

Como se describe en detalle en la patente de EE.UU. 6.622,990, el subsistema **114** de interfaz de humano puede estar diseñado para ser agarrado por la mano de un humano y mide la fuerza aplicada por el humano, es decir la fuerza aplicada por el operario humano contra el subsistema **114** de interfaz de humano. En una realización, la fuerza aplicada por el humano se detecta mediante una célula **1170** de carga (por ejemplo FIGURAS 10, 11) o un sensor generador de salida similar, como se describe posteriormente con mayor detalle, siendo el nivel de salida de señal generado por el sensor de carga una función de la carga aplicada al efector final por el humano y sumándose el mismo a la carga soportada o restándose el mismo de la carga soportada.

El subsistema **117** de interfaz de carga, como se describirá también posteriormente, es un mecanismo desmontable o personalizable diseñado para conectarse con una carga y contiene diversos dispositivos de sujeción, de apriete u otros dispositivos de agarre de carga personalizados. El diseño del subsistema de interfaz de carga depende de la geometría de la carga y de otros factores relacionados con la operación de izado. Además del gancho **117**, otras interfaces de carga podrían incluir ventosas, así como diversos ganchos, abrazaderas y pinzas y medios similares que se conecten a subsistemas de interfaz de carga. Para izar objetos pesados, el subsistema de interfaz de carga puede comprender múltiples interfaces de carga (es decir múltiples ganchos, abrazaderas, pinzas, ventosas y/o combinaciones de los mismos).

Habiendo descrito los componentes de un sistema de izado, ahora centraremos la atención en los diversos aspectos de la presente invención. Un aspecto es lo que se denomina "diseño a modo de bloques de construcción" para el sistema actuador. El diseño a modo de bloques de construcción está representado en líneas generales en las FIGURAS 2 a 6, en las que se exponen diversos aspectos del diseño. En la creación del diseño a modo de bloques de construcción, los diversos componentes de un sistema de izado (por ejemplo actuador, mango, reductores de engranajes, etc.) están diseñados de tal manera que los componentes pueden utilizarse en una pluralidad de modelos o tipos de equipos de izado (Easy Arm™, G-Force™, etc.). Reconociendo que en algunas situaciones han de configurarse según pedido características tales como la capacidad de izado, los diseños se analizaron también para determinar qué componentes pueden emplearse, si puede emplearse alguno, como comunes o universales y cuáles han de seleccionarse en función del pedido.

En las FIGURAS 2 - 4 está representado un ejemplo de este tipo. En la FIGURA 2, por ejemplo, se emplean el motor **210** y el reductor **212** asociado, y cualquiera de los dos componentes o ambos pueden utilizarse en varios actuadores que tienen un intervalo de capacidades de izado, por ejemplo como está representado en las FIGURAS 3 y 4. En una unidad de menor capacidad, el conjunto de motor/reductor tiene acoplado un adaptador integral **216a** de polea de tambor. No se utiliza reducción adicional. Remitiéndonos también a las FIGURAS 3 y 4, en lugar del adaptador integral **216a** de polea de tambor, están acoplados un medio de reducción de velocidad alternativo (FIGURA 3) o un medio de reducción de velocidad adicional (FIGURA 4) en forma de unos reductores **216b** y **216c**, respectivamente. El reductor adicional **216b** está diseñado/dimensionado (por ejemplo mecanismo **218** de engranajes planetarios interno; FIGURA 5) para permitir al motor **210** izar un peso de carga elevado. Remitiéndonos también a la FIGURA 4, está acoplado un reductor **216c**, estando el reductor adicional empleado diseñado/dimensionado para permitir al motor **210** izar cargas dentro de otro intervalo. De esta manera, el motor universal puede emplearse en una pluralidad de intervalos de carga de actuador, siendo el componente principal añadido/cambiado el o los reductores adicionales.

Como se apreciará, las realizaciones representadas utilizan una configuración de reducción de engranajes a modo de bloques de construcción superpuestos, diferenciándose los conjuntos **216a**, **216b** y **216c** de reductor en cuanto a la capacidad de transporte de carga, porque el mecanismo planetario interno **218** tiene razones que varían entre los diferentes modelos. Para la menor capacidad de izado se utiliza un simple adaptador en lugar de una reducción adicional. Para la mayor capacidad se añade un segundo reductor o reductor "superpuesto" y el diseño del segundo reductor se selecciona como una función de la capacidad deseada para el actuador de equipo de izado. Además, cuando se emplean conjuntos de reductor (y planetarios) diferentes o alternativos, el controlador se modifica o se reprograma de forma similar para ajustar debidamente las características de accionamiento del motor con el fin de adaptar las capacidades de reducción alternativas de los conjuntos y la dirección de rotación del motor.

Se apreciará que los diseños de accionamiento de actuador representados en las FIGURAS 2 - 6 permiten la producción en serie, y no obstante una personalización, de la unidad de actuador para una aplicación específica, y facilitan además un servicio eficaz, así como un diseño más económico en volúmenes menores. Como está representado también en las FIGURAS 5 y 6, varias realizaciones incluyen el mecanismo de reducción dentro de la polea de tambor **111**. Los reductores **218** de engranajes planetarios se hallan dentro de la polea **111** de tambor de cable metálico, lo que ahorra espacio, peso y costes, en contraste con los sistemas convencionales que colocan el reductor en línea con el tambor. También mejora el equilibrio del actuador cuando éste está suspendido de una estructura externa, tal como una viga portagrúa. Con el reductor dentro del tambor, la unidad es compacta y el peso unitario se reduce ligeramente debido a la menor cantidad de material de tambor. El coste del reductor puede también reducirse produciendo el tambor a partir de tubos convencionales, frente a un bloque macizo de material que se mecanice. Por ejemplo, en una realización, el tambor puede fabricarse en una aleación de aluminio o, como

alternativa, en un compuesto de nailon o un compuesto polimérico similar que proporcione características mecánicas adecuadas.

Como apreciarán los entendidos en el campo de los sistemas de izado, un aspecto importante de las diversas realizaciones descritas en la presente memoria es la reducción del peso de tales sistemas. Con el fin de aumentar eficazmente la capacidad de izado de un equipo de izado, hay que considerar también el impacto de la capacidad aumentada en la estructura de soporte para el equipo de izado (por ejemplo vigas de celosía, brazos en voladizo, carros de rodadura, etc.). Así, aunque pueda proporcionarse una capacidad de izado aumentada, puede ser necesario disminuir el peso del equipo de izado mismo para sacar una ventaja de la capacidad aumentada. Por ejemplo, si la capacidad de izado puede aumentarse en 25 kg, para utilizar el equipo de izado mejorado es necesario asegurarse de que la estructura de soporte pueda con la capacidad aumentada, o debe disminuirse el peso total soportado por la estructura. Es esta última cuestión la que abordan diversos aspectos de las realizaciones descritas en la presente memoria. La reducción del peso del actuador permite un mayor uso de la capacidad de la estructura de soporte para peso de carga. Además, un menor peso de actuador hace más fácil trasladar el equipo de izado de un sitio a otro (menos esfuerzo (manual) por parte del operario o motores (carro de rodadura) más pequeños).

Considerando a continuación las FIGURAS 7A-C y 8 a 10, en éstas están representados otros componentes de una realización del actuador **112**, en la que la carga soportada por el actuador puede detectarse directamente utilizando una célula de carga compresiva. El actuador **112** incluye además un brazo **710** o una estructura similar y un manguito **712**, que están conectados operativamente entre sí y a la polea **111** de tambor. En una realización, el brazo **710** está acoplado al manguito para proporcionar superficies para accionar la detección de carga y características de detección de falta de tirantez descritas en la presente memoria y para proporcionar un tope de rotación positivo durante un estado de falta de tirantez. Como está ilustrado, por ejemplo en la FIGURA 9, el manguito **712** soporta además la reducción adicional y la polea **111** de tambor, que tiene un cable metálico o cable **930** enrollado sobre la misma con un extremo unido a la polea **111** de tambor.

En una realización, el actuador **112** utiliza también un anillo polimérico **999** de desgaste de peso molecular ultraalto (UHMW = *ultra-high molecular weight*) (la abertura en forma de rosquilla en el fondo del actuador a través de la cual pasa el cable metálico **930**). El uso del anillo de desgaste tiene como resultado una mayor durabilidad en comparación con los actuadores convencionales. En otra realización, se apreciará que unos diseños alternativos del actuador pueden modificar la manera en que las ménsulas de soporte (por ejemplo el brazo **710**) están unidas a los componentes de accionamiento del actuador y/o las cubiertas y carcasa, como las representadas en la FIGURA 8. Por ejemplo, el diseño representado en la FIGURA 10 emplea un brazo y una estructura de soporte relacionada ligeramente diferentes en el actuador.

El actuador **112** incluye además la pieza fundida **840** de centrado, estando el tambor o la reducción adicional del conjunto de accionamiento del actuador soportado o soportada en el mismo mediante unos cojinetes **844**, pero siendo el conjunto de accionamiento, que incluye la polea **111** de tambor, el manguito **712**, el soporte de conductor flexible de bobina y el brazo **710**, capaz de realizar un movimiento rotatorio, aunque limitado, en relación con la pieza fundida de centrado, como se apreciará que es necesario con el fin de emplear la célula de carga para detectar la carga en el actuador (rotación de los componentes de accionamiento del actuador). El actuador **112** incluye además, como está representado en la FIGURA 8, un elemento **850** de soporte unido a la pieza fundida **840** de centrado, para suspender el actuador de su estructura de soporte –tal como un carro de rodadura o un brazo (no mostrado)–, así como una camisa o carcasa **860** (mostrada como una vista recortada en la FIGURA 8) para encerrar los componentes funcionales del actuador. Una realización de una carcasa adecuada para el actuador representado se halla, por ejemplo, en la solicitud de patente de diseño de EE.UU. 29/256.812.

Se apreciará que, además de las cubiertas moldeadas, es posible reducir aun más el coste del actuador **112** empleando cubiertas menos caras. Por ejemplo, unas cubiertas o componentes de cubierta compuestos de chapa metálica conformada o plásticos y formas de material de almacén pueden tener como resultado importantes reducciones. Además, las técnicas de conformación de chapa actuales permiten obtener formas un tanto complejas, similares a las representadas parcialmente en la FIGURA 8 y en la solicitud de diseño anteriormente identificada. En una realización que emplea cubiertas de metal conformado, las compuertas o aberturas siguen siendo las mismas, pero el resto de la cubierta puede modificarse en cuanto a su diseño para adaptarlo a materiales y técnicas de conformación alternativos.

Aparte del diseño de accionamiento universal mejorado, el accionamiento y la electrónica de control, por ejemplo el ACOPOS Servo Drive, producido por B&R Automation con el número de pieza de fabricante 8V1016.50-2, proporciona además una capacidad de entrada/salida mejorada y permite mejoras de diseño adicionales caracterizadas como componentes *plug and play* (de enchufar y listo). Las características *plug and play* de los diversos componentes (actuadores, mangos, etc.) permiten al controlador (no mostrado) del equipo de izado reconocer qué tipo de mango se ha acoplado al equipo de izado y ajustar cualesquiera controles programáticos o E/S de manera que el componente detectado funcione adecuadamente con ese mango. El diseño *plug and play* vence las dificultades observadas en los sistemas de izado convencionales cuando es necesario realizar modificaciones mecánicas y eléctricas a la hora de cambiar de un tipo de mango o un tipo de actuador a otro,

evitando así modificaciones costosas y que requieren mucho tiempo y permitiendo la posibilidad de realizar modificaciones y actualizaciones in situ.

Otra característica que un controlador mejorado asociado con el actuador **112** permite es la capacidad de diagnóstico remoto. En una realización de diagnóstico remoto, el controlador incluye una circuitería de comunicación tal que es posible intercambiar información entre el controlador del actuador y otro dispositivo informático (por ejemplo una estación de trabajo, un controlador de grúa, etc.) a través de una conexión de red (LAN/WAN/Internet). De acuerdo con un aspecto de la presente invención, la capacidad de diagnóstico remoto permite una configuración remota, así como una resolución de problemas, de un dispositivo de izado tal como un actuador.

Por ejemplo, si un cliente en Detroit tiene un problema con un actuador en particular, sería posible acceder al controlador de dicho actuador (con una determinada dirección IP de red o un identificador similar) desde un lugar remoto, o al menos recibir datos del controlador en el lugar remoto, a través de Ethernet, un módem y/o Internet, y comprobar y cambiar ajustes, así como abordar cualesquiera cuestiones de rendimiento. Se cree que la capacidad de diagnóstico y servicio remoto reduce considerablemente el coste del mantenimiento y el servicio de los sistemas, dado que actualmente no es posible llevar a cabo las tareas de servicio en el equipo de izado ni abordar problemas de rendimiento sin que, típicamente, un técnico tenga que viajar al lugar de trabajo o se haya de enviar el actuador de vuelta para el servicio. Esto reducirá enormemente el tiempo de inactividad de la unidad. Se anticipa que el controlador utilizará un protocolo de comunicación estándar, tal como CANbus, así como otras tecnologías y protocolos de comunicación digital ya conocidos, y que será al menos capaz de ejecutar y registrar una funcionalidad de diagnóstico rudimentaria, incluyendo la transmisión de información de registro y registros de rendimiento, entre otras cosas.

Como se ha descrito anteriormente, el diseño del actuador **112** es tal que el conjunto de accionamiento puede rotar en relación con la pieza fundida **840** de centrado. Tal diseño facilita el uso de una célula **1170** de carga compresiva, como está representado con mayor detalle en las FIGURAS 10 y 11. En un equipo de izado de compensación de carga convencional, la célula de carga está típicamente incorporada dentro del soporte colgante de control o efector final, donde se aplica o se une la carga, o asociada con el mismo. Sin embargo, tales sistemas requieren el uso de sensores de carga más complejos (detección de tensión y compresión) y requieren además una transmisión oportuna y precisa de señales de vuelta al controlador del actuador con el fin de controlar la carga. También requieren un diseño de la célula de carga de enclavamiento más complejo y costoso para proporcionar una seguridad razonable en caso de que falle la célula de carga basada en el soporte colgante. El montaje de la célula **1170** de carga compresiva en la pieza fundida **840** de centrado permite detectar una fuerza de rotación aplicada al brazo **710**, siendo creada la fuerza de rotación por una carga suspendida en el extremo libre del cable **930**. Situando la célula de carga en la caja del actuador, adyacente a los sistemas de control, también proporciona una vía de transmisión más corta y una calidad mejorada de la señal recibida por el controlador **150** (FIGURA 1).

El sacar la célula de carga fuera del camino de la carga también mejora la seguridad de los dispositivos de izado, porque si la célula de carga fallase la carga no caería necesariamente. Por lo tanto, el diseño representado en las FIGURAS 10 y 11, permite detectar la carga en un lugar adyacente al conjunto de accionamiento y sin hacer de la célula de carga un “eslabón” del sistema de izado. En el conjunto de accionamiento (por ejemplo la polea **111** de tambor, la caja **212** de engranajes reductores, la reducción (**216a, b o c**) de adaptador/adicional y el motor **210**), los componentes del conjunto rotan axialmente sobre unos cojinetes **844** de bolas. Una superficie **1174** de actuación está asociada con el brazo **710**, y el brazo **710** está a su vez montado en el manguito **712**, que está empernado en una cara de montaje del reductor **212** de engranajes. La célula **1170** de carga de tipo compresión está unida rígidamente a la pieza fundida **840** de centrado del torno de izar pesos y está situada para detectar la fuerza aplicada por la superficie **1174** de actuación. Al aplicar el operario manualmente una fuerza a una carga suspendida, el mecanismo de accionamiento rota en la dirección de la flecha **1178** y cambia la fuerza aplicada a la célula de carga. Cuanto mayor sea la fuerza, mayor será la compresión detectada por la célula de carga, y viceversa. Como está representado en la FIGURA 11, el sensor de fuerza puede incluir un pequeño resorte pretensor **1150** en el extremo del vástago **1145** de la célula de carga, que “compensa” el peso muerto del cable y/o del soporte colgante en dirección opuesta a la célula de carga y, como se describe posteriormente, es importante también para la detección de falta de tirantez. En una realización alternativa, la presente invención contempla deducir la carga aplicada al cable, o suspendida de forma colgante del mismo, vigilando la corriente del motor a través del controlador y el software asociado.

Otra mejora en el actuador de equipo de izado puede incluir un acondicionamiento de la señal de la célula de carga. Además de procesar la señal de la célula de carga con el fin de hacer que la señal sea útil para la presente aplicación, se contempla también el empleo de un solo circuito de acondicionamiento para la señal de la célula de carga, pudiendo emplearse hasta tres o más células de carga (por ejemplo tres intervalos de carga diferentes) y pudiendo utilizarse un circuito de acondicionamiento común o universal. De nuevo, la alternativa al enfoque del acondicionamiento universal de la señal sería tener circuitos separados para manejar las diferentes células de carga y las señales de salida que éstas generan en respuesta a la carga suspendida del cable o aplicada al mismo.

Remitiéndonos a continuación a las FIGURAS 12A-B y 13A-C y 14, en la FIGURA 12A está representado un mecanismo electromecánico mejorado para determinar la intención del operario en el soporte colgante **116** de control. Como alternativa puede emplearse un soporte colgante como el representado en la FIGURA 12B para

controlar la presente invención. En la solicitud de EE.UU. publicada 2005/0207872A1, presentada el 21 de marzo de 2005 por M. Taylor et al. (USSN 11/085,764), se describen aspectos de un soporte colgante de este tipo. Ambos dispositivos pueden emplear diversos dispositivos de señalización (visuales, audibles, vibratorios) y pueden incluir un medio **3610** de visualización de cristal líquido o similar para indicar un estado de funcionamiento actual u otra información al operario.

En la realización de la FIGURA 12A, como está ilustrado además en las FIGURAS 13A-C, el mecanismo detector emplea una disposición **1310** de bobina, comparada con el transductor de desplazamiento variable lineal (LVDT = *linear variable-displacement transducer*) tradicional. En la realización, la bobina se utiliza para detectar un núcleo, consistente en una varilla metálica o un componente similar, en su interior y detectar la intención del operario (izar o bajar). Otra modificación en la realización representada es el uso de un filamento flexible **1320** para unir el núcleo a la parte deslizante del mango, la empuñadura **1716** del operario. Se cree que el uso de una disposición de bobina a medida es una alternativa menos cara al LVDT comercialmente disponible. Además, el uso de un filamento flexible (por ejemplo nailon o un plástico o material flexible similar) para unir el núcleo al mango impide cortar el núcleo en situaciones de uso en las que se aplique un par excesivo al mango o se rote éste bajo carga e impide un arrastre en el sistema si no está perfectamente alineado. También es posible emplear LVDT o dispositivos detectores magnéticos para determinar las entradas del operario hacia abajo o hacia arriba ilustradas en las FIGURAS 13A y 13B, respectivamente. Las realizaciones representadas en las FIGURAS 13A y B ilustran el movimiento respectivo del mango (flecha grande inferior) en relación con la bobina.

En la patente de EE.UU. 6,386,513 a Kazerooni para un "HUMAN POWER AMPLIFIER FOR LIFTING LOAD INCLUDING APPARATUS FOR PREVENTING SLACK IN LIFTING CABLE" (amplificador de potencia humana para izar carga que incluye un aparato para impedir la falta de tirantez en un cable de izado), publicada el 14 de mayo de 2002, y en el documento WO2005092054 para una "ELECTRONIC LIFT INTERFACE USING LINEAR VARIABLE DIFFERENTIAL TRANSDUCERS" (interfaz electrónica de equipo de izado que utiliza transductores diferenciales variables lineales), publicada el 16 de octubre de 2005, por ejemplo, se describen medios alternativos para detectar la entrada del operario a través del mango. En una realización, el soporte colgante de control puede ser similar al representado, por ejemplo, en la solicitud de diseño de EE.UU., en tramitación con la presente, 29/256,811.

En la FIGURA 14 está representado otro aspecto del soporte colgante de control mejorado, en el que se ha diseñado un anillo deslizante para permitir una transmisión precisa y fiable de la salida desde el sensor **1320** de bobina, así como el interruptor **1610** de alimentación o las señales eléctricas relacionadas presentes en el conector eléctrico **1624**, hasta el actuador **112** a través del cable de conductor flexible de bobina de control que puede enchufarse al conector **1628**. El diseño utiliza un conjunto **1620** de anillos deslizantes de tipo disco plano, en el mango de control, para permitir una rotación continua de 360 grados, independientemente del cable metálico y del cable de conductor flexible de bobina de control. El anillo deslizante a medida pasa las señales eléctricas desde el mango rotatorio hasta el cable de conductor flexible de bobina de control. El conjunto de anillos deslizantes a medida está también diseñado específicamente para permitir un acceso de aire (neumático y/o vacío) o de otro fluido a presión por su centro, a través de una entrada oscilante **1640**. Esto permite al operario llevar aire comprimido al herramental final y aun así rotar 360 grados de manera continua.

Se apreciará que los contactos de anillo deslizante son conocidos, pero se cree que el diseño de un conducto eléctrico y de aire integrado que facilita una rotación ilimitada es un aspecto mejorado del diseño del soporte colgante no empleado previamente en la tecnología de izado. El conducto de aire permite preferiblemente transmitir un fluido a presión (por ejemplo neumático, vacío, hidráulico) a la herramienta asociada con el soporte colgante. El diseño mejorado controla o reduce además la "altura libre" aceptable en el soporte colgante a un coste razonable.

Remitiéndonos a las FIGURAS 13A-C, en éstas está ilustrado otro aspecto del diseño del soporte colgante, en el que la presencia del operario (de la mano sobre el mango) se detecta utilizando un sensor inductivo o preferiblemente un sensor fotoeléctrico reflector **1710**. En una realización, el sensor **1710** es un sensor fotoeléctrico tubular (metal, 12 mm, PNP) y una luz indicadora en el sensor conmuta cuando éste detecta la luz reflejada para indicar la presencia de la mano de un operario. Se apreciará que se conocen diversos tipos o alternativos de interruptores de hombre muerto, pero muchos de éstos requieren un agarre firme o un agarre prolongado de la empuñadura **1716** del operario, lo que puede causar tanto fatiga en el operario como confusión. El diseño representado en las FIGURAS 13A-C ilustra un sensor fotoeléctrico como un medio de detectar la mano del operario del torno de izar pesos cuando está acoplada al mango de control, lo que no requiere interpretación por parte del usuario, evitando la tendencia de los usuarios a utilizar el conmutador como un medio para encender y apagar la unidad. Cuando la mano está acoplada, el sensor envía una señal de vuelta al controlador, que entonces permite accionar el torno de izar pesos en dirección ascendente y descendente. Entre los sensores o conmutadores alternativos para detectar la mano de un operario se incluyen un interruptor de rodillos de tipo mecánico similar a los diseños conocidos, un sensor de contacto, un sensor óptico inductivo y un sensor de membrana. Como se apreciará, situar el sensor dentro del cuerpo del soporte colgante es preferible para evitar daños o una manipulación indebida, pero el mango del soporte colgante debe incluir entonces una abertura **1730** a través de la cual pueda detectarse la presencia de la mano del operario.

En diversos usos de un actuador y un soporte colgante de control, a veces es necesario cambiar o modificar la interfaz de carga in situ. Por ejemplo, en lugar de un gancho, puede ser necesario izar la carga utilizando un



conector roscado o similar. Remitiéndonos a las FIGURAS 15A-B, el diseño representado en las mismas contempla un adaptador de desconexión rápida en la parte inferior del soporte colgante o efector final **116**, pudiendo un operario cambiar rápidamente el herramental final deslizando hacia abajo un collar **1810** que retrae unos pasadores **1820** de seguridad y permite liberar la espiga **1830** de montaje de herramientas. A continuación puede acoplarse rápidamente y fácilmente otra herramienta deslizando su espiga de montaje hacia arriba, al interior del agujero de montaje, que retrae los pasadores de seguridad según pasa y a continuación se bloquea de forma segura en su posición cuando los pasadores encajan en las ranuras **1834** de la espiga. No se necesitan herramientas para cambiar el herramental final.

Las personas familiarizadas con los sistemas de izado apreciarán que puede emplearse la técnica de acoplamiento roscado ya conocida o pueden incluirse, dentro del alcance de las diversas realizaciones descritas en la presente memoria, alternativas que requieren que el operario extraiga físicamente un pasador **1910** (FIGURA 16) para liberar el herramental.

Remitiéndonos a continuación a las FIGURAS 17-21, en éstas están representados aspectos de una realización de la presente invención que incorpora una capacidad de detección de falta de tirantez de cable. En particular, tal como se ha mencionado anteriormente en relación con la detección de carga mejorada, la realización del actuador representada en las FIGURAS 17-21 detecta la falta de tirantez del cable utilizando la rotación del tambor, la reducción de engranajes y el motor (conjunto de accionamiento) también (aunque en el sentido de rotación opuesto). En este diseño, el conjunto de accionamiento principal (polea **111** de tambor, caja de engranajes (no mostrada) y motor **210**) rota axialmente sobre unos cojinetes **844** de bolas. Una placa o brazo **710** de actuación está montada o montado en un manguito que se ha empernado a la cara de montaje de la caja de engranajes principal y también rota junto con el conjunto de accionamiento. Cuando el operario retira del cable metálico 930 todo el peso, excluyendo el mango de control y cualquier herramental aplicable, se induce una falta de tirantez. Cuando se induce la falta de tirantez, el conjunto de accionamiento rota en dirección contraria a las agujas del reloj (flecha 2020), favoreciéndose esta rotación mediante el uso de un resorte **1150** de compresión (FIGURA 11). Para facilitar variaciones en el herramental aplicado por el cliente se requerirán disposiciones para ajustar la fuerza del resorte. El resorte **1150** de compresión está montado entre la célula 1170 de carga y la superficie 1174 de la placa de actuación y es coaxial con respecto a un pasador de carga o vástago instalado en la célula de carga. Cuando el conjunto de accionamiento rota en condiciones de ausencia de carga, o de falta de tirantez, un microconmutador **2030**, montado en la armazón de soporte principal del torno de izar pesos, detecta la presencia de la placa de actuación (FIGURA 24) mediante un contacto con la placa de actuación en **2034**. Cuando se activa el microconmutador, éste envía una señal al controlador (no mostrado), con lo que el software sólo permitirá al torno de izar pesos moverse en dirección ascendente. Para mayor seguridad del usuario, una vez detectada una falta de tirantez el controlador no permitirá que el torno de izar pesos expulse cable metálico adicional en dirección descendente.

Como se apreciará, el uso del conjunto de accionamiento rotatorio para los fines de detección de carga y falta de tirantez permite al dispositivo detector de carga "ver" toda carga de par motor y de este modo ser capaz de detectar toda la carga que verían tanto el cable metálico como el conductor flexible de bobina/la manguera de aire. En otras palabras, el sensor de carga tendrá una carga compresiva aplicada al mismo que es el resultado directo del peso de la carga. También al levantar o bajar la carga, la carga acumulativa sigue siendo la misma, aunque puedan variar las partes relativas de la carga soportada por el conductor flexible de bobina, la manguera de aire y el cable metálico. Dado que todo el conjunto de cable metálico y conductor flexible de bobina está soportado por el conjunto de accionamiento rotatorio, la célula de carga detecta todo su peso en todo momento, por lo que las variaciones en el nivel de la carga no afectan a la detección de carga ni al funcionamiento en modo de flotación. Esta configuración de montaje anula toda influencia potencialmente perjudicial, por ejemplo en el modo de flotación, de la fuerza del resorte y el peso del conductor flexible de bobina.

En una realización alternativa puede ser posible detectar la falta de tirantez utilizando un software para vigilar la corriente del motor para determinar un estado de falta de tirantez. Aunque es posible, sigue existiendo preocupación en cuanto a que un procedimiento de este tipo pueda resultar ser poco fiable. También se contempla que, en lugar del conmutador de contacto mecánico (interruptor de rodillos o similar), pueda emplearse un sensor **2040** de proximidad sin contacto para detectar la rotación de la placa 710. En las FIGURAS 20 y 21, por ejemplo, está representada una realización de este tipo, en la que el sensor **2040** se emplea para detectar la rotación de la placa **710** para determinar el estado de falta de tirantez.

Ahora centramos la atención en diversos aspectos adicionales del actuador **112** mejorado, que incluye una polea de tambor y una disposición de guía de cable metálico. Remitiéndonos a las FIGURAS 22 a 29, el diseño mejorado utiliza un conjunto **2610** (**2610a**, **2610b**, etc.) de dos piezas, que está sujetado o montado alrededor del cable metálico u otro medio de izado y que se desliza de acá para allá sobre unos carriles proporcionados por la cubierta **998** del tambor (FIGURA 25). El movimiento deslizante del conjunto **2610** se induce mediante unos filetes **2620** incluidos en una mitad del conjunto, **2610a**, que se mueve por las gargantas abiertas **2622** de la polea **111** de tambor de cable metálico.

El conjunto **2610**, cuando está montado alrededor del cable **930**, proporciona una compuerta deslizante o abertura a través de la cual el cable metálico **930** sale del tambor, como está representado en la FIGURA 24. Tal dispositivo, además de la función de proteger el cable y el tambor, también impide todo desgaste lateral en las gargantas del

- tambor y mantiene el cable metálico firmemente constreñido en la polea de tambor, evitando así la creación de una falta de tirantez no deseada. En otras palabras, las fuerzas laterales del cable metálico son absorbidas por la compuerta, y el cable no tiende a desgastar la superficie del tambor, porque la alineación en la entrada a las gargantas del tambor es casi perfecta en todos los casos. La gran superficie de apoyo de los filetes en la compuerta **2610a** proporciona una gran fuerza lateral y distribuye esta fuerza entre muchas gargantas del tambor, dado que cualquier fuerza lateral es probable que se produzca sólo cuando el cable metálico está casi por completo fuera y el acoplamiento de la compuerta y las gargantas del tambor se halla en su número máximo de filetes en la compuerta. El tener esta mitad de la compuerta permanentemente acoplada al tambor permite mantener el registro cuando se cambia el cable metálico.
- En las FIGURAS 24-29 está representada específicamente otra característica de esta realización, en la que la compuerta deslizante **2610** permite emplear la compuerta misma como un indicador de los límites de desplazamiento superior e inferior para el cable. Como está representado mediante las flechas de trazos en las FIGURAS 25 a 28, la compuerta se desliza de acá para allá accionada por la rotación de la polea de tambor según se está enrollando o desenrollando el cable metálico de la misma. La adición de los interruptores **2510** de fin de carrera representados en las FIGURAS 25 y 26, por ejemplo, permite utilizar el movimiento de la compuerta **2610**, transmitido a través de una varilla **2520** o un elemento similar, para identificar límites de desplazamiento. Como se describe posteriormente, el diseño permite ajustar los interruptores de fin de carrera para que no se vean afectados por cambios en el sistema, por un cambio del cable metálico, etc. De hecho, para cambiar el cable sólo es necesario retirar el lado de la compuerta más cercano al extremo anclado del cable metálico, **2610b**, aunque para la operación de recarga se ha de poner en derivación el interruptor de fin de carrera para el máximo cable metálico. Se apreciará que puede emplearse un mecanismo de accionamiento de tornillo esférico más convencional para mover la polea de tambor de cable metálico de acá para allá, o que puede utilizarse un mecanismo que esté engranado con una polea de guía, o que la accione operativamente, a través de una sola garganta en la polea de tambor, como en el caso de muchos actuadores Gorbel actuales.
- Remitiéndonos específicamente a las FIGURAS 25 y 26, en éstas está representado un sistema detector de límite que emplea microconmutadores **2510** como se ha indicado antes brevemente. Está representada una realización que consta de una varilla **2520** que se mueve de acá para allá como resultado del movimiento de la compuerta roscada (compuerta **2610a**). La varilla contiene dos cilindros ajustables **2530** que pueden moverse al lugar deseado y a continuación fijarse en su posición, por ejemplo con una contratuerca o un medio similar. Estos cilindros entran en contacto con los microconmutadores **2510** cuando la compuerta se halla en sus posiciones límite superior e inferior. Cuando la guía de cable metálico o el mecanismo de compuerta se desliza de acá para allá y los cilindros disparan el sensor **2510**, se envía una señal a los controles para activar el límite de desplazamiento superior o inferior de la unidad. Cuando se dispara un límite de desplazamiento, el software sólo permitirá al torno de izar pesos funcionar en la dirección opuesta al punto de referencia disparado (es decir que si se dispara el límite superior, el torno de izar pesos funcionará sólo en la dirección descendente). Los límites pueden ajustarse moviendo los cilindros.
- Aunque se cree que es preferible el mecanismo de microconmutadores, en virtud de su simplicidad, debería apreciarse que es posible emplear sistemas detectores alternativos tales como un sensor magnético sin contacto, que puede eliminar la fuerza de contacto necesaria para accionar el sensor y eliminar así el desgaste del componente. Por ejemplo, como está representado en las FIGURAS 27-29, puede montarse un sensor magnético **3410** de manera estacionaria en la cubierta fija **998** del tambor de cable metálico. Junto con dos puntos de referencia magnéticos **3420** y **3422**, que están montados en el mecanismo **2610** de guía de cable metálico, el sensor está conectado operativamente a la polea de tambor. Los puntos de referencia **3420**, **3422** del sensor consisten en un imán orientado al polo norte y un imán orientado al polo sur y son adecuados para suministrar señales de límite de desplazamiento de forma similar a como se ha tratado anteriormente. Entre otras opciones para sensores de límite de desplazamiento se incluyen técnicas ópticas u otras técnicas sin contacto, así como sensores y conmutadores mecánicos convencionales.
- Las diversas características y funciones descritas en la presente memoria se implementan preferiblemente utilizando un controlador o un sistema de procesamiento similar adecuado para funcionar bajo el control de un código programático. Una realización contempla que el controlador **150** (FIGURA 1) tenga una funcionalidad precargada para una amplia gama de características y funciones, habilitándose una o más características y funciones sólo como resultado de una instrucción o señal subsiguiente al controlador. De este modo puede ampliarse aún más la naturaleza universal del actuador **112** (incluyendo el controlador **150**). El proceso o la operación de precargar toda la funcionalidad del software y a continuación habilitar sólo lo que el cliente desee o compre se cree que facilita la intercambiabilidad prevista de los componentes de acuerdo con un aspecto de la presente invención. Tal proceso permitiría también habilitar una funcionalidad aumentada después de que un actuador haya sido desplegado in situ – por ejemplo, cuando cambien las necesidades de un cliente o la aplicación, pueden habilitarse en el actuador características o funciones adicionales–. También es posible que, en caso de que se conecte posteriormente al actuador un componente *plug and play*, el actuador no sólo reconozca el componente como se ha descrito anteriormente, sino que modifique sus controles programáticos para facilitar el uso del componente recién instalado. Se cree que estas mejoras permitirán una personalización rápida de actuadores para adaptarlos a los requisitos del

cliente, reduciendo o eliminando al mismo tiempo la necesidad de cambios de software a medida y de una asistencia continua.

5 Volviendo a la FIGURA 12A, en ésta está representada otra mejora del soporte colgante de control de operario o efector final **116**. En la realización representada, el soporte colgante **116** está equipado con una pantalla **3610** de cristal líquido (LCD = *liquid crystal display*) o una tecnología de visualización similar, con el fin de proporcionar la capacidad de comunicar información más fácilmente disponible a un usuario. La información visualizada en el LCD puede incluir información básica tal como el estado del sistema (es decir: sistema listo para el uso), información avanzada u opcional, tal como el peso de carga, el uso del sistema e información de servicio (es decir: número de ciclos completados e indicadores de servicio del sistema), así como una orientación y una respuesta mejoradas en el modo de programación, como por ejemplo qué característica se está programando actualmente (es decir: límites virtuales).

10 Utilizando el LCD es posible proporcionar más y diferentes informaciones al instalador, el usuario e incluso el equipo de mantenimiento. Una vez más, como alternativa a la pantalla LCD, pueden emplearse diodos electroluminiscentes (LED = *light-emitting diode*) convencionales y medios similares para comunicar información de estado del actuador a un operario.

15 En otra realización alternativa más, por ejemplo como está representado en la FIGURA 25, el cable metálico está firmemente constreñido en todo momento entre la polea **111** de tambor, la cubierta **998** de tambor y las compuertas deslizantes **2610**, de manera que no queda espacio disponible para permitir un bucle formado por falta de tirantez en el cable metálico, en ningún punto del actuador. Así, ni siquiera una carga compresiva aplicada al cable metálico podrá hacer que se forme o se acumule una falta de tirantez dentro del actuador **112**, siempre que se impida que el extremo anclado se salga. En la práctica, es probable que haya una pequeña parte del cable metálico que quede libre mientras aún está dentro del actuador y antes de salir por la compuerta, según se desenrolla de la polea y antes de salir del actuador o de la carcasa del tambor. Se apreciará además que el uso de un cable metálico de mayor diámetro (por ejemplo, un cable de 6,35 mm (0,25 pulgadas) de diámetro ayuda a este respecto, dado que tiene más resistencia al pandeo que un cable de menor diámetro) disminuye la capacidad del cable para formar un bucle (falta de tirantez) cuando no está constreñido en una pequeña distancia. Los expertos en la técnica apreciarán que el diámetro del cable es una función de la capacidad de carga del actuador y que puede ser menor o mayor de 0,635 mm (0,025 pulgadas).

20 Con la funcionalidad adicional prevista en los controles actuales, el sistema puede también llevar a cabo uno o más procesos de identificación de hardware durante el encendido y puede comparar la información resultante con la funcionalidad especificada. Utilizando tal información, el sistema puede presentar un mensaje de aviso que puede visualizarse si se encuentran problemas, como por ejemplo subsistemas no operativos o que falten, la ausencia de un mango o una detección de presencia de operario no operativa.

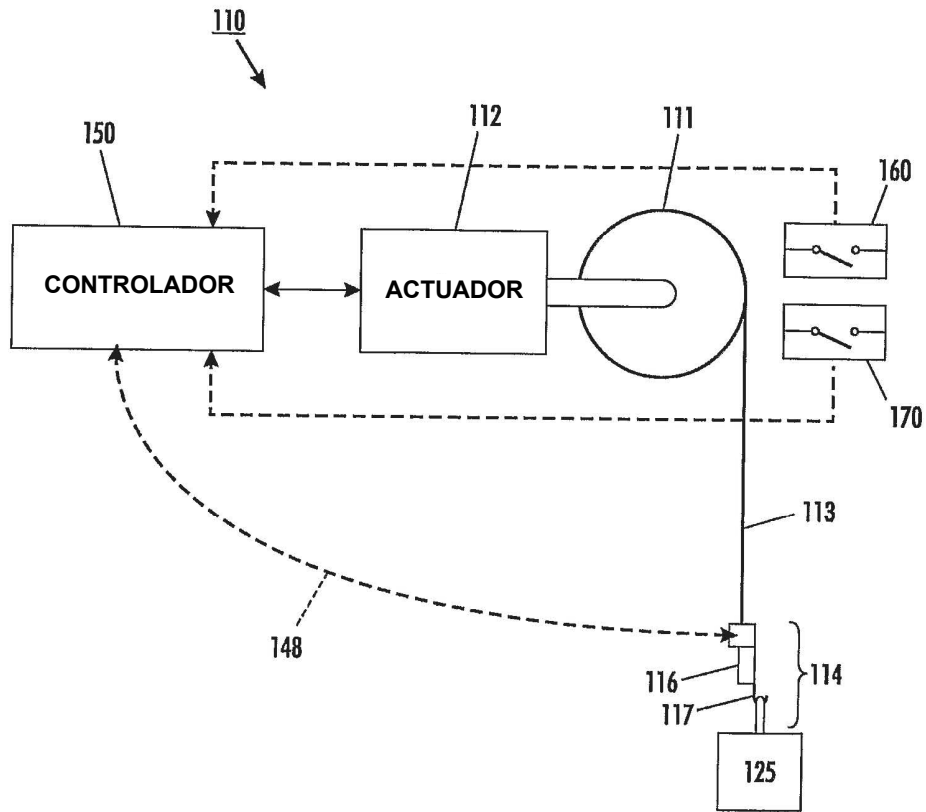
25 De nuevo en vista del diseño universal previsto para las diversas realizaciones caracterizadas en la presente memoria, la presente invención contempla el uso de una asignación de puerto de E/S en tiempo real a través de un ajuste de configuración flexible, en lugar de modificar el programa del código fuente cada vez. Tal sistema permitiría al usuario acceder a una funcionalidad preprogramada dentro de los controles, para configurar más rápidamente las E/S de las unidades para su aplicación específica. Se contempla la posibilidad de prever una interfaz de software para simplificar aún más la facilidad y la flexibilidad de la configuración de la aplicación.

30 Se apreciará que pueden combinarse diversos aspectos de las características y funciones anteriormente descritas.

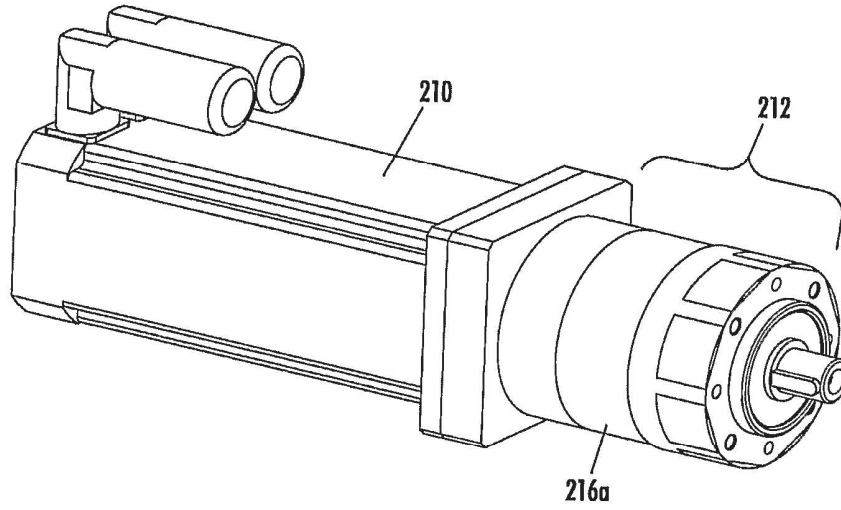
**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de izado, que comprende:  
un controlador (150);  
un actuador (112), que responde a dicho controlador y que incluye una polea (111) de tambor con un cable (113) fijado a la misma y enrollado sobre la misma en una sola capa para sostener una carga en un extremo libre de dicho cable (113); y  
una interfaz de carga conectada operativamente al extremo de dicho cable (113), incluyendo dicha interfaz de carga controles de usuario y generando dicha interfaz de carga señales que se han de transmitir a dicho controlador (150), provocando dicho controlador (150), en respuesta a las señales, el funcionamiento de un motor para levantar y bajar la carga suspendida de dicho actuador (112),  
siendo la polea (111) de tambor accionada por el motor y una transmisión asociada,  
**caracterizado por que**  
dicha transmisión tiene conjuntos de reductor de engranajes a modo de bloques de construcción superpuestos, siendo el motor adecuado para el uso con una pluralidad de conjuntos de reductor de engranajes alternativos, de tal manera que una combinación del motor y los conjuntos de reductor de engranajes a modo de bloques de construcción superpuestos determina la capacidad de izado de carga del actuador (112).
2. El sistema de izado según la reivindicación 1, que además comprende un reductor de engranajes planetarios empleado como reducción de engranajes de la transmisión.
3. El sistema de izado según la reivindicación 1 o 2, que además comprende un sensor de carga compresiva asociado operativamente con dicho actuador (112), detectando dicho sensor una fuerza de rotación de un elemento del actuador en respuesta a la carga en el cable.
4. El sistema de izado según la reivindicación 3, en donde el elemento del actuador (112) comprende un brazo que está asociado con la polea de tambor y el motor y la transmisión asociados, siendo desplazado dicho brazo en una dirección de rotación en respuesta a la carga.
5. El sistema de izado según la reivindicación 1, 2, 3 o 4, que además comprende una circuitería de comunicación asociada con dicho controlador, permitiendo dicha circuitería de comunicación que el controlador (150) se comunique con un ordenador remoto.
6. El sistema de izado según la reivindicación 5, en donde las comunicaciones con dicho ordenador remoto incluyen la transmisión de información de diagnóstico remoto.
7. El sistema de izado según cualquier reivindicación precedente, en donde dicho actuador (112) comprende además una compuerta deslizante a través de la cual el extremo libre de dicho cable (113) abandona la polea (111) de tambor, incluyendo dicha compuerta una pluralidad de filetes en una superficie en contacto con la polea (111) de tambor, y en donde dicha compuerta deslizante está asociada operativamente con la polea de tambor para mantener el registro cuando la polea de tambor rota y el cable (113) se enrolla o se desenrolla.
8. El sistema de izado según la reivindicación 7, en donde dicha compuerta atraviesa la polea (111) de tambor a lo largo de una dirección longitudinal en respuesta a la rotación de la polea de tambor y que además incluye al menos un sensor de desplazamiento adecuado para detectar la posición de dicha compuerta para determinar la cantidad de dicho cable desenrollada de dicha polea (111) de tambor.
9. El sistema de izado según la reivindicación 8, en donde el o los sensores de desplazamiento generan una señal cuando el sistema de izado ha alcanzado un límite de desplazamiento.
10. El sistema de izado según cualquier reivindicación precedente, en donde dicha interfaz de carga incluye al menos un control de usuario para generar una señal utilizando una bobina para detectar el movimiento relativo de un núcleo y en donde el núcleo está conectado a un mango deslizante utilizando un componente flexible; y que además comprende:  
una célula de carga adecuada para detectar una fuerza compresiva, produciendo dicha célula de carga una señal de carga que se transmite a dicho controlador, provocando dicho controlador el funcionamiento del actuador como una función de la señal de carga.
11. El sistema de izado según la reivindicación 10, que además comprende un conjunto de anillos deslizantes rotatorio que permite la transmisión de señales eléctricas y de fluido a presión a través del mismo.

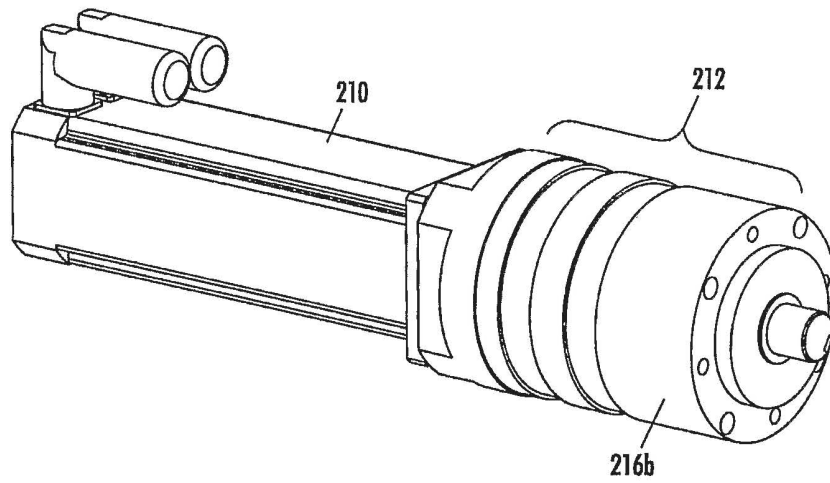
12. El sistema de izado según cualquier reivindicación precedente, en donde dicho actuador (112) comprende además:
- 5 un motor eléctrico para accionar el actuador (112), funcionando dicho motor en respuesta a señales de control procedentes del controlador (150), para accionar una polea de tambor sobre la cual se enrolla un cable metálico, tal como una amarra;
  - una interfaz de operario acoplada cerca de un extremo desenrollado del cable, incluyendo dicha interfaz de operario una herramienta de izado desmontable y suministrando la interfaz de operario señales del operario al controlador para controlar el funcionamiento del actuador;
  - 10 una armazón para suspender con posibilidad de rotación todo el conjunto de accionamiento que comprende el motor, la reducción y la polea de tambor;
  - un sensor de carga unido a la armazón, para detectar la carga como resultado de la rotación de todo el conjunto de accionamiento cuando se aplica una carga al extremo desenrollado del cable;
  - 15 un sensor de falta de tirantez para detectar el ángulo de orientación o rotación de todo el conjunto de accionamiento y determinar cuándo está presente un estado de falta de tirantez en respuesta a una señal procedente del sensor de falta de tirantez;
  - un conjunto de motor universal y reductor equipado con uno de una pluralidad de reductores adicionales con el fin de modificar el intervalo de capacidad del actuador;
  - un reductor planetario, estando la configuración planetaria del reductor sustancialmente encerrada dentro de la polea de tambor de cable;
  - 20 una guía de cable para controlar la posición del cable mientras éste se enrolla o desenrolla de la polea de tambor;
  - un sensor de límite de cable, disparado en respuesta al movimiento lateral de la guía de cable al enrollarse o desenrollarse el cable; e
  - incluyendo la guía de cable una pluralidad de filetes para un acoplamiento con unas gargantas previstas en la polea de tambor con el fin de proporcionar la fuerza lateral para mover la guía según se enrolla y desenrolla el cable.
- 25 13. El sistema de izado según la reivindicación 12, en donde la interfaz de operario incluye además:
- un mango;
  - un acoplamiento giratorio para unir la interfaz al cable, pero permitiendo una rotación de 360 grados de la misma en relación con el cable;
  - 30 un anillo deslizante a modo de disco plano adecuado para proporcionar contactos eléctricos y un canal de aire o un conducto con los mismos;
  - un sensor de bobina para detectar una componente vertical de un desplazamiento aplicado al mango, estando el mango acoplado a un núcleo que pasa por el interior de la bobina mediante un filamento flexible;
  - y
  - una pantalla de cristal líquido en la interfaz para mostrar información de estado a un operario;
  - 35 y
  - un sensor de proximidad sin contacto para detectar la presencia de la mano de un operario en el mango durante el funcionamiento.



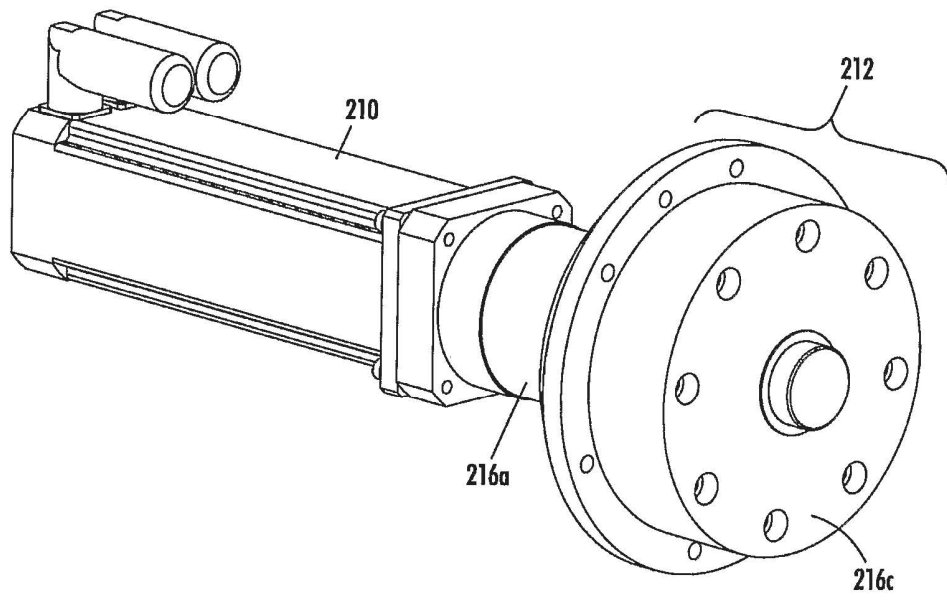
**FIG. 1**



**FIG. 2**

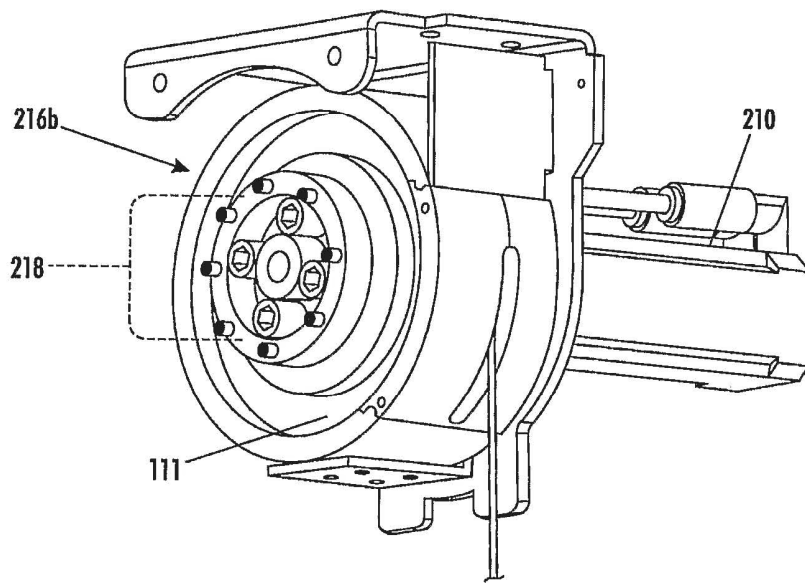


**FIG. 3**

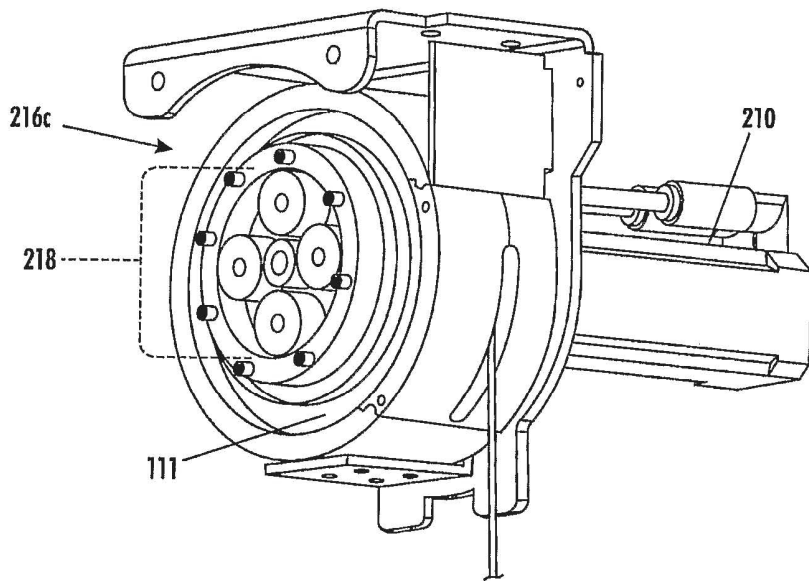


**FIG. 4**

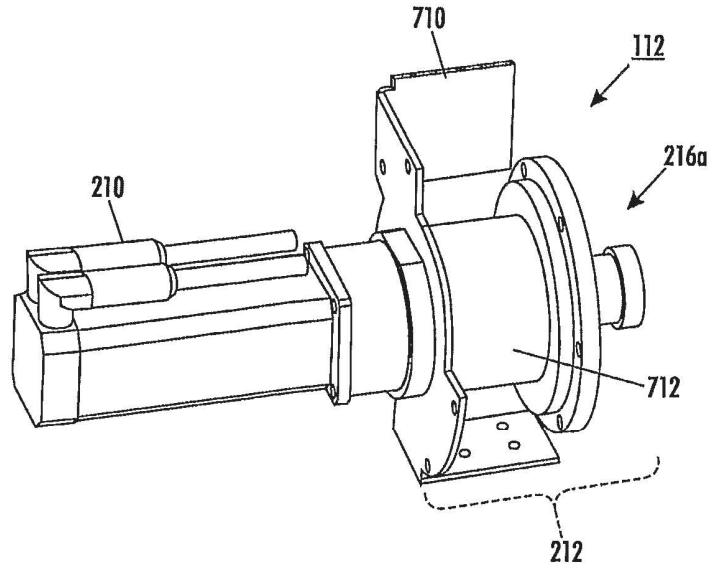




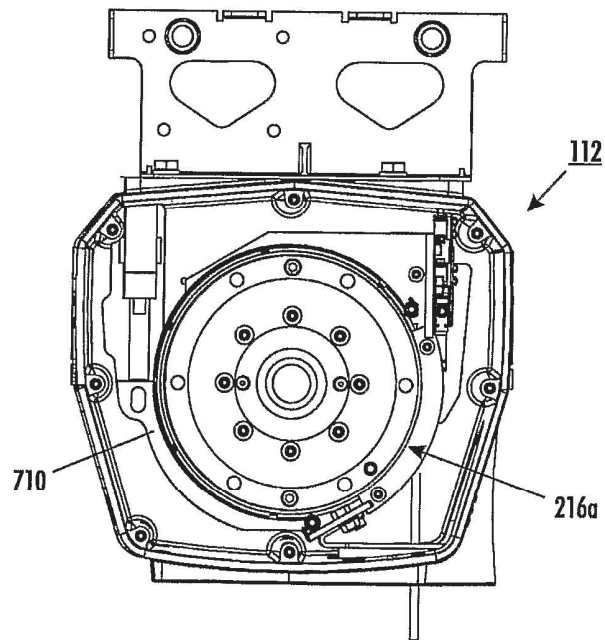
**FIG. 5**



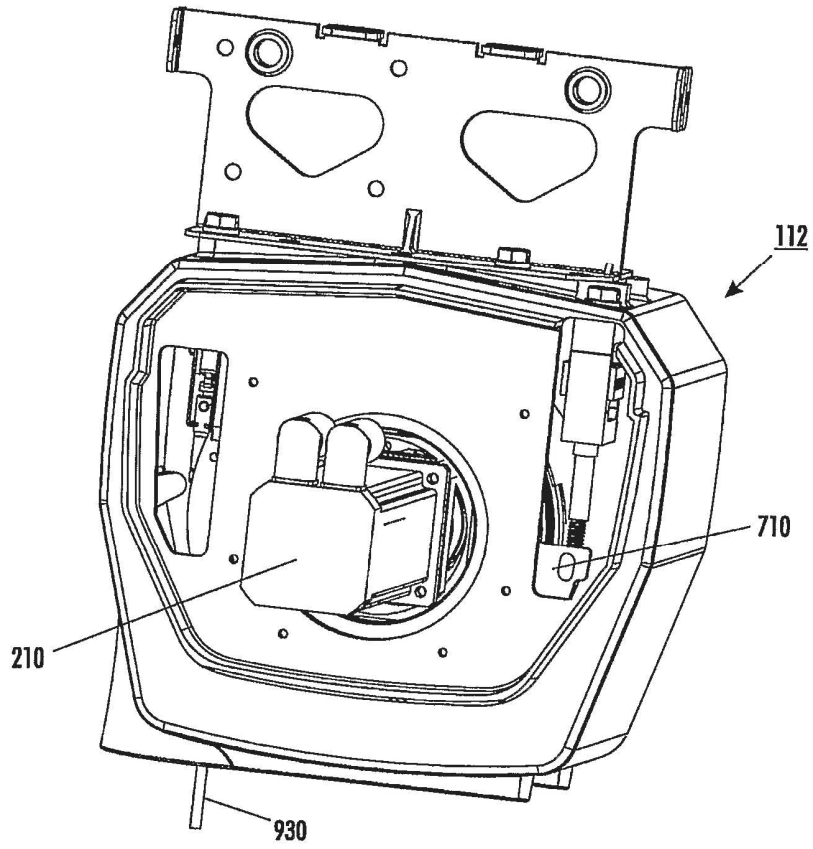
**FIG. 6**



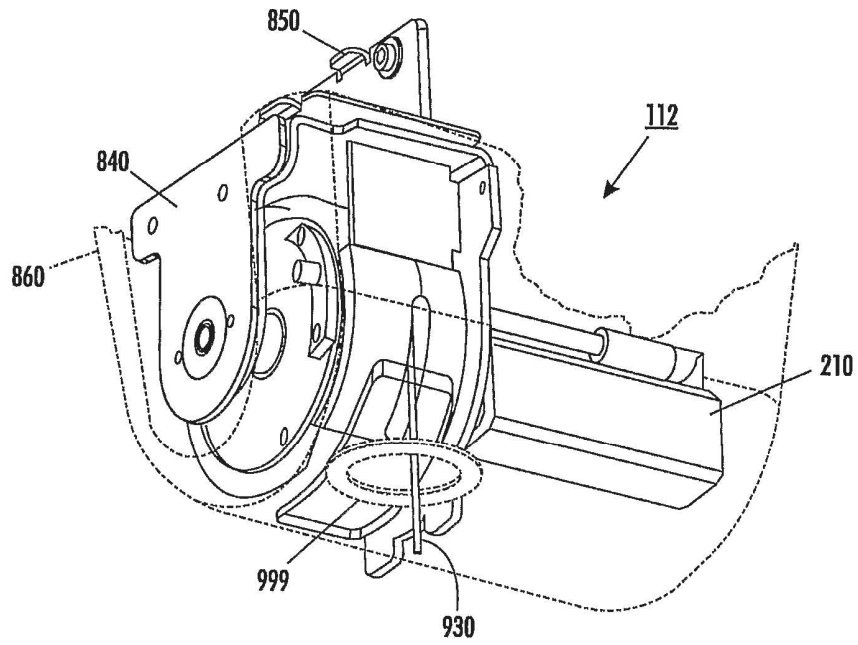
**FIG. 7A**



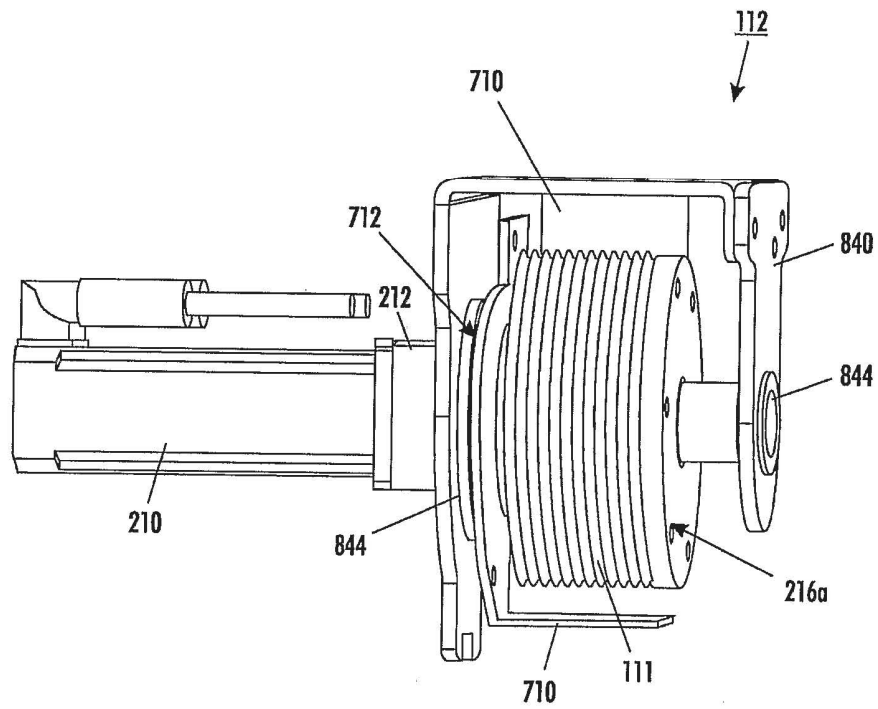
**FIG. 7B**



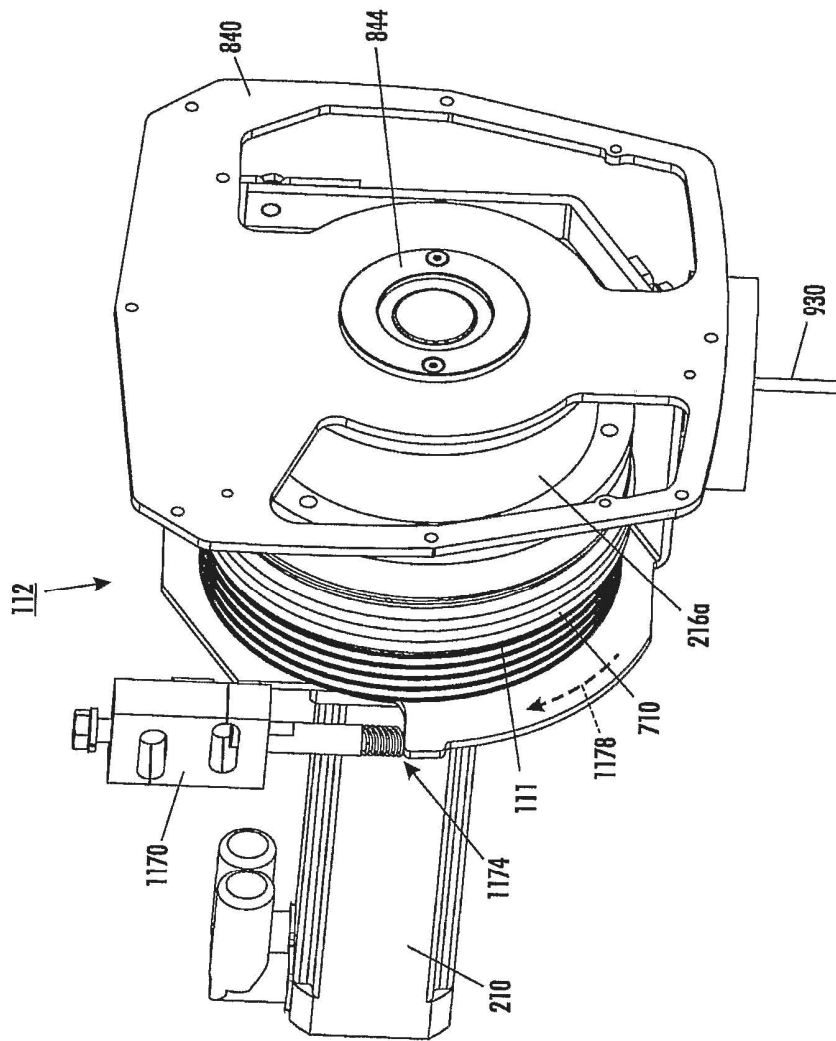
**FIG. 7C**



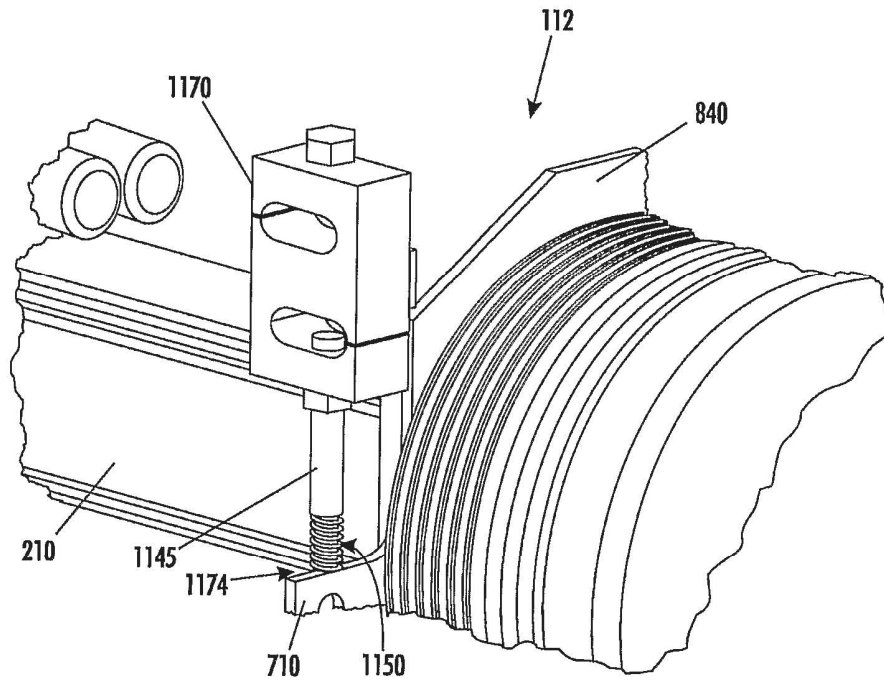
**FIG. 8**



**FIG. 9**

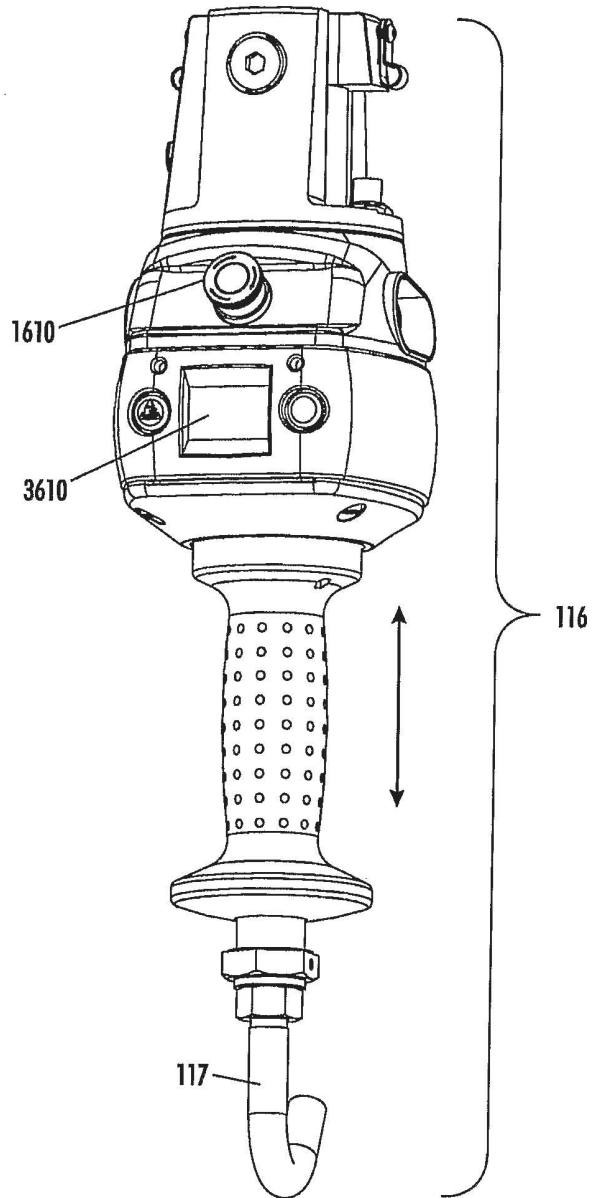


**FIG. 10**

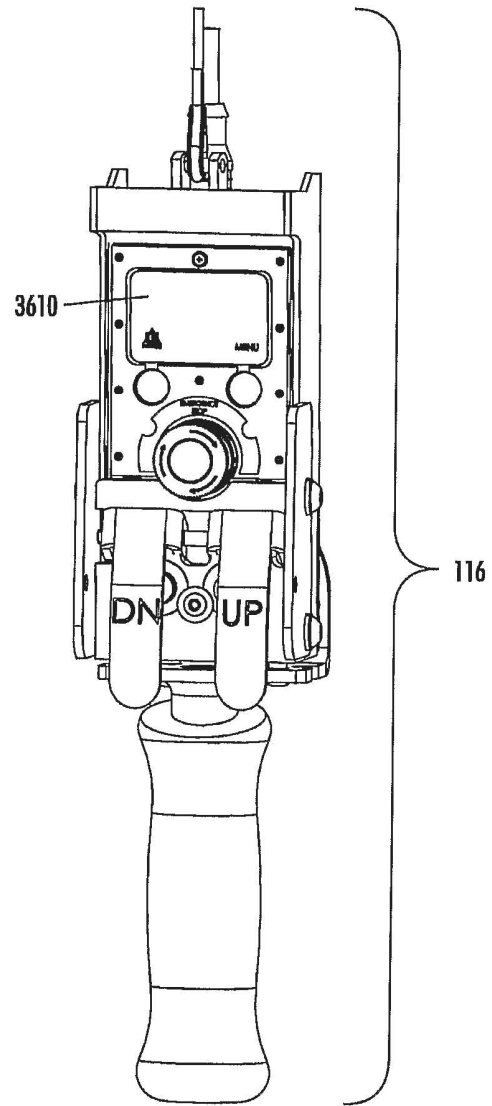


**FIG. 11**

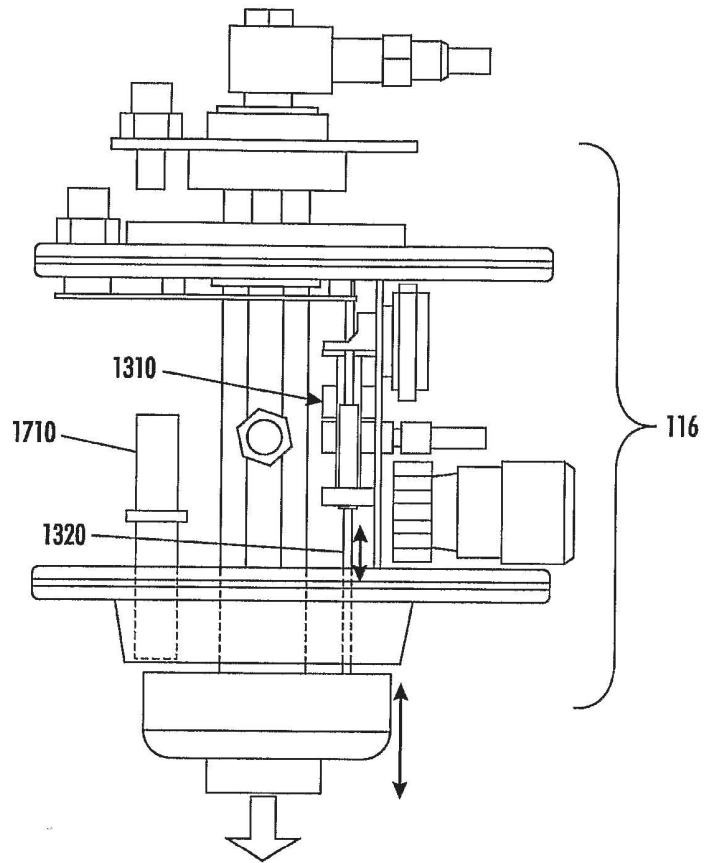




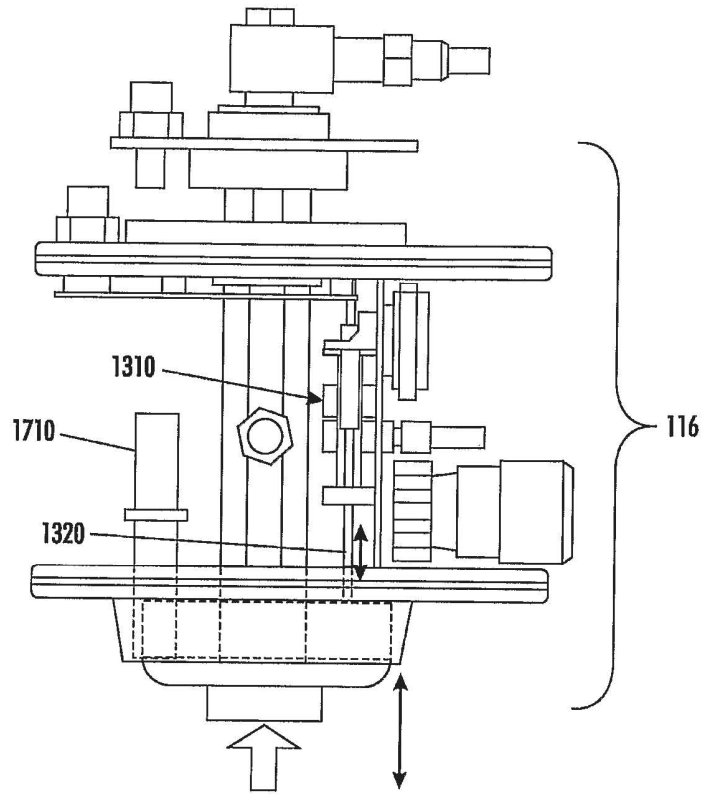
**FIG. 12A**



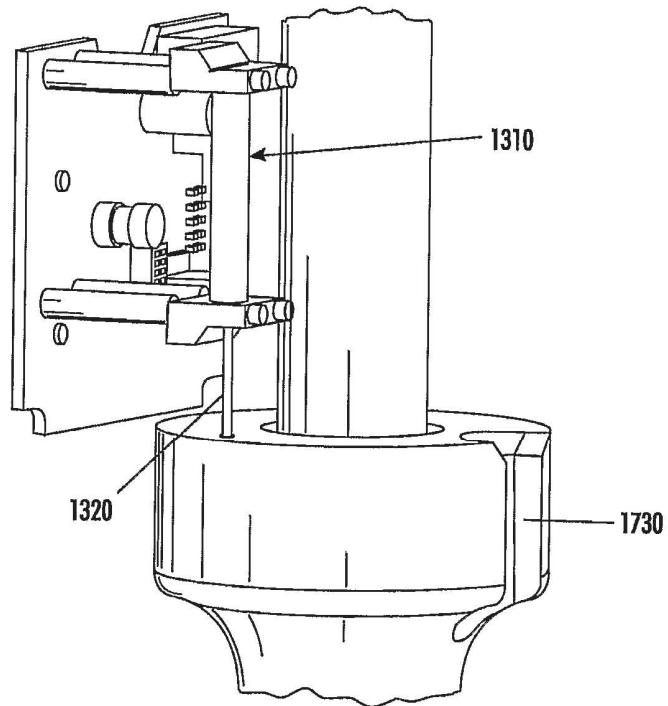
**FIG. 12B**



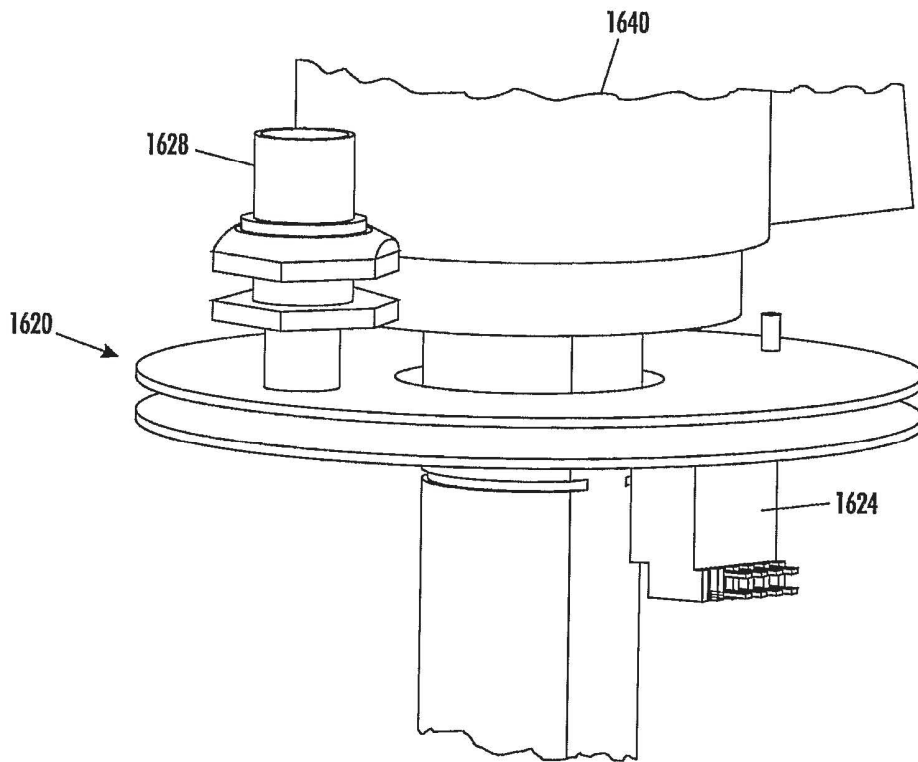
**FIG. 13A**



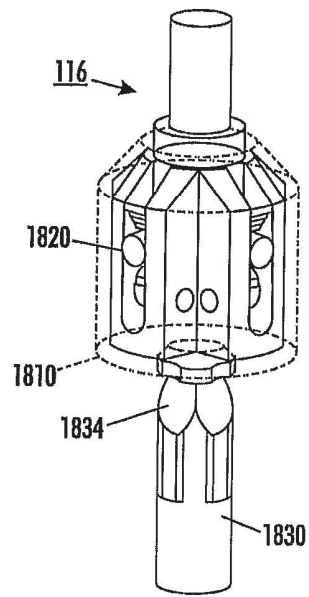
**FIG. 13B**



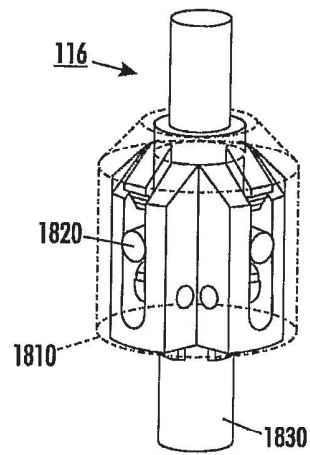
**FIG. 13C**



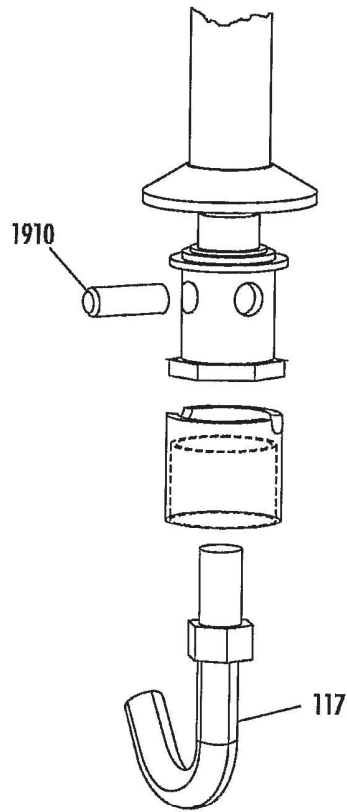
**FIG. 14**



**FIG. 15A**

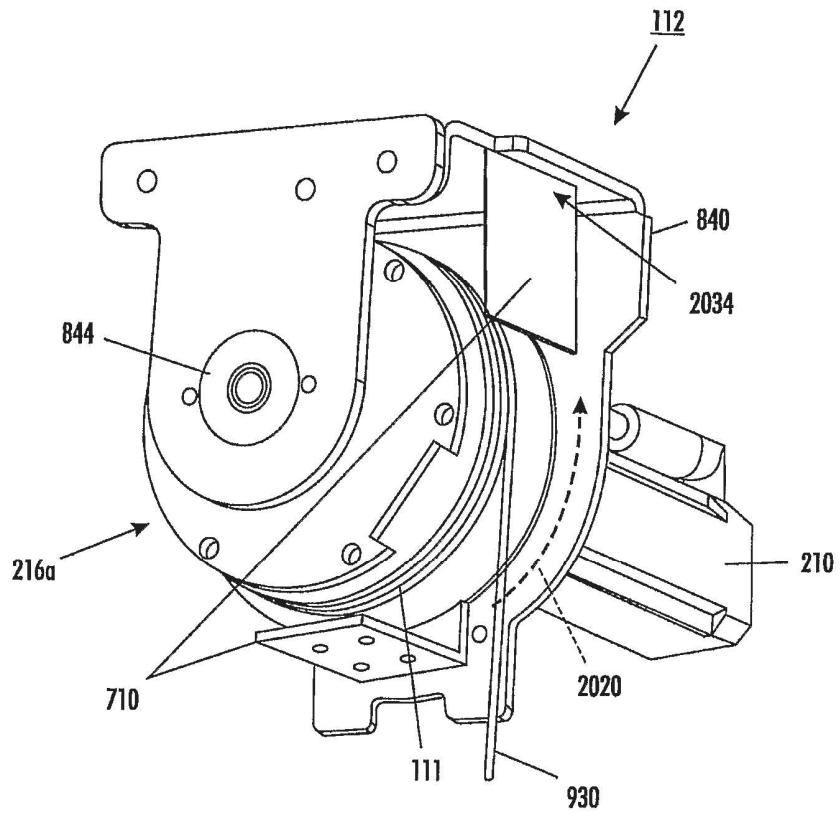


**FIG. 15B**

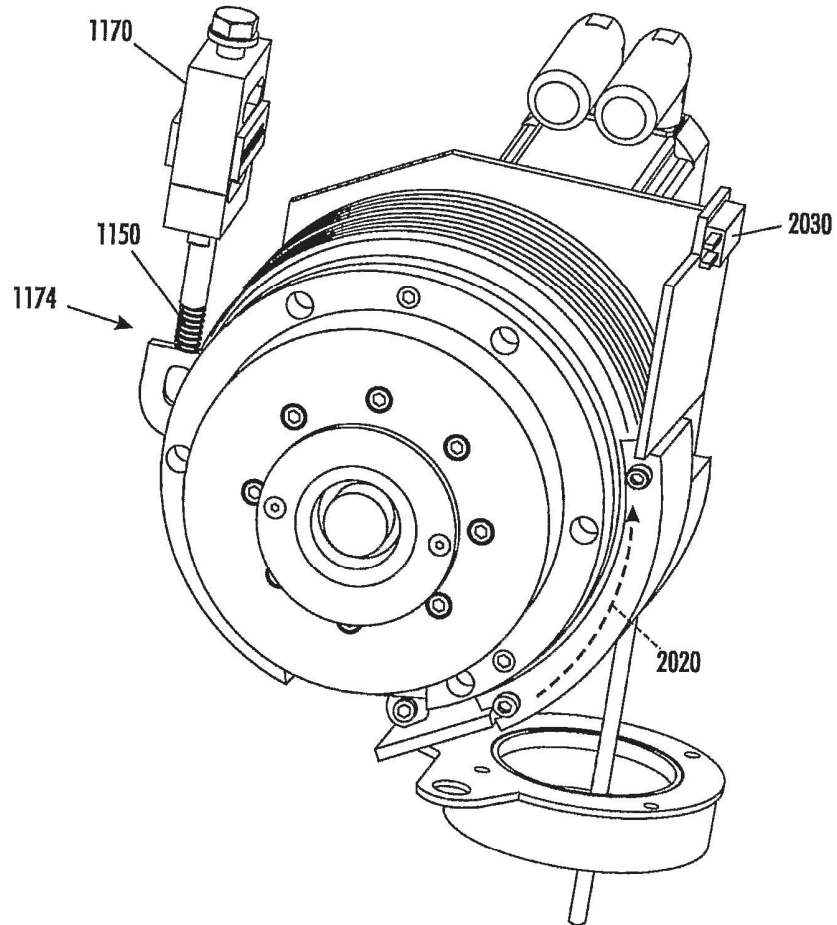


**FIG. 16**

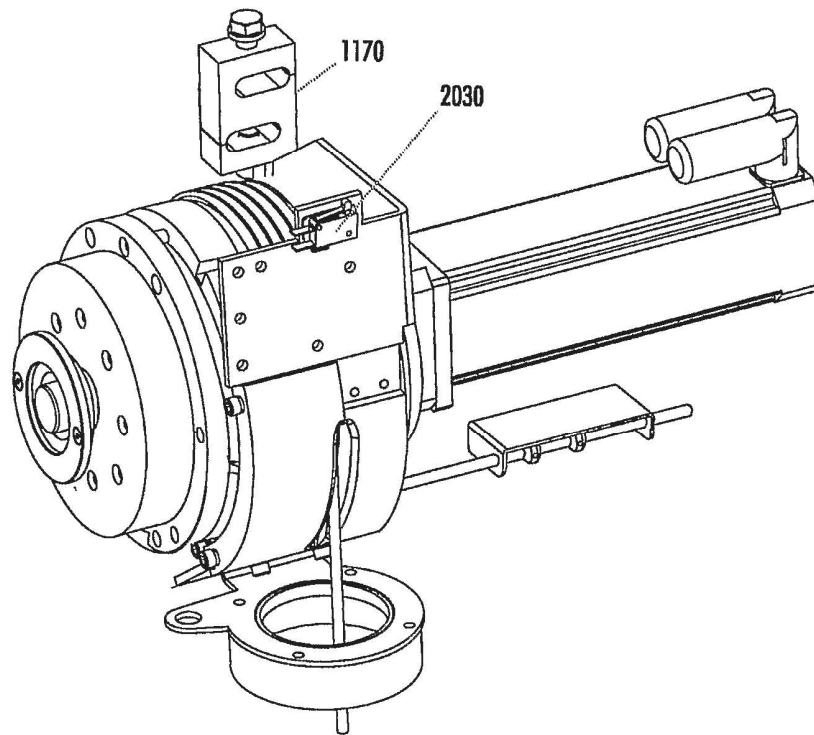




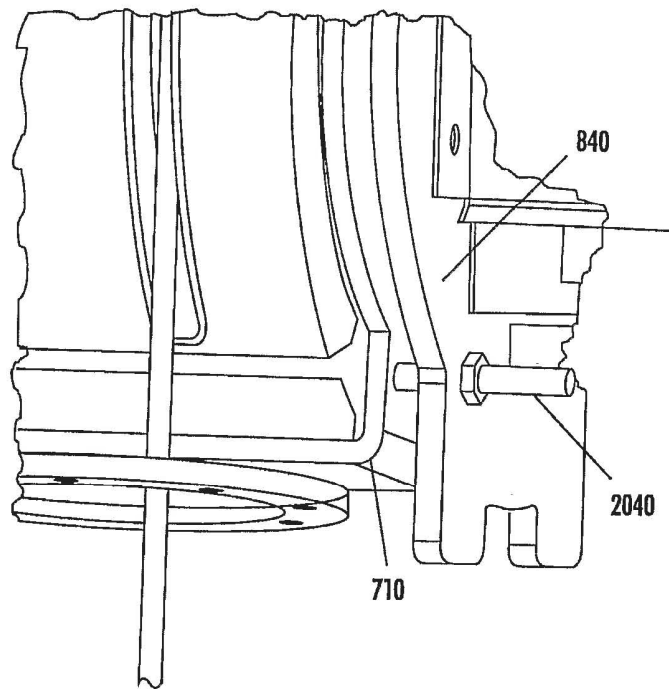
**FIG. 17**



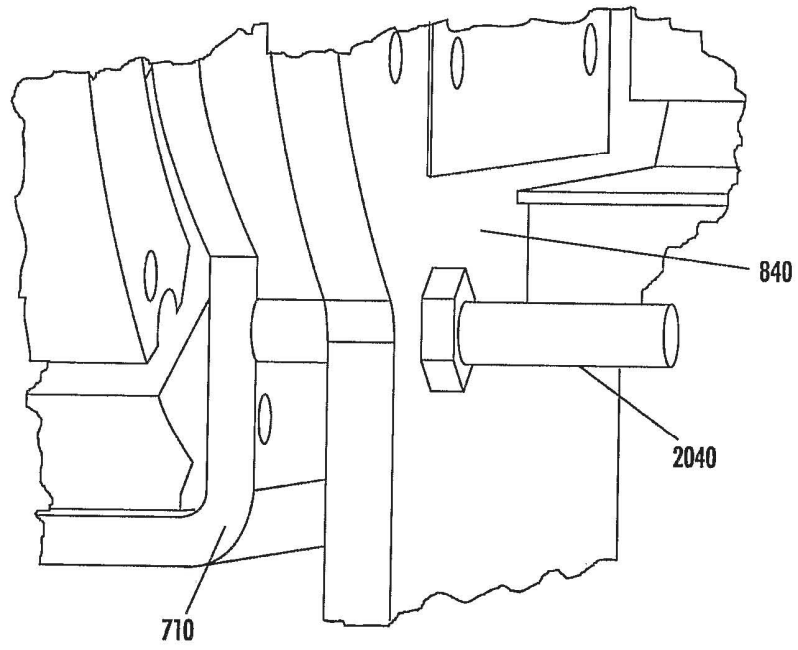
**FIG. 18**



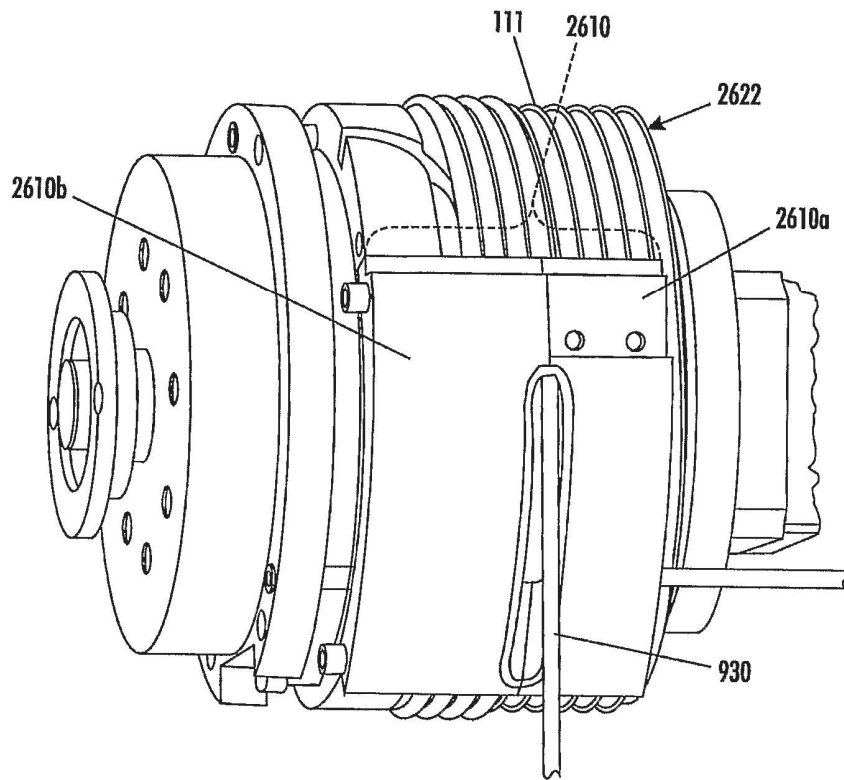
**FIG. 19**



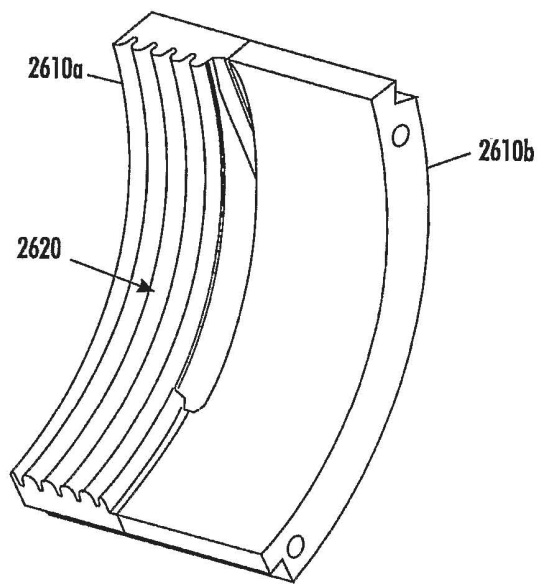
**FIG. 20**



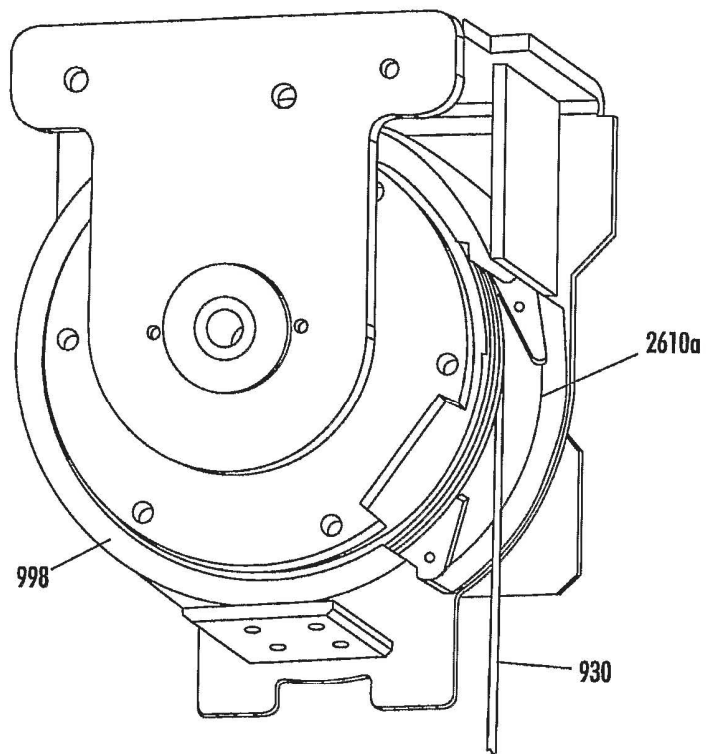
**FIG. 21**



**FIG. 22**

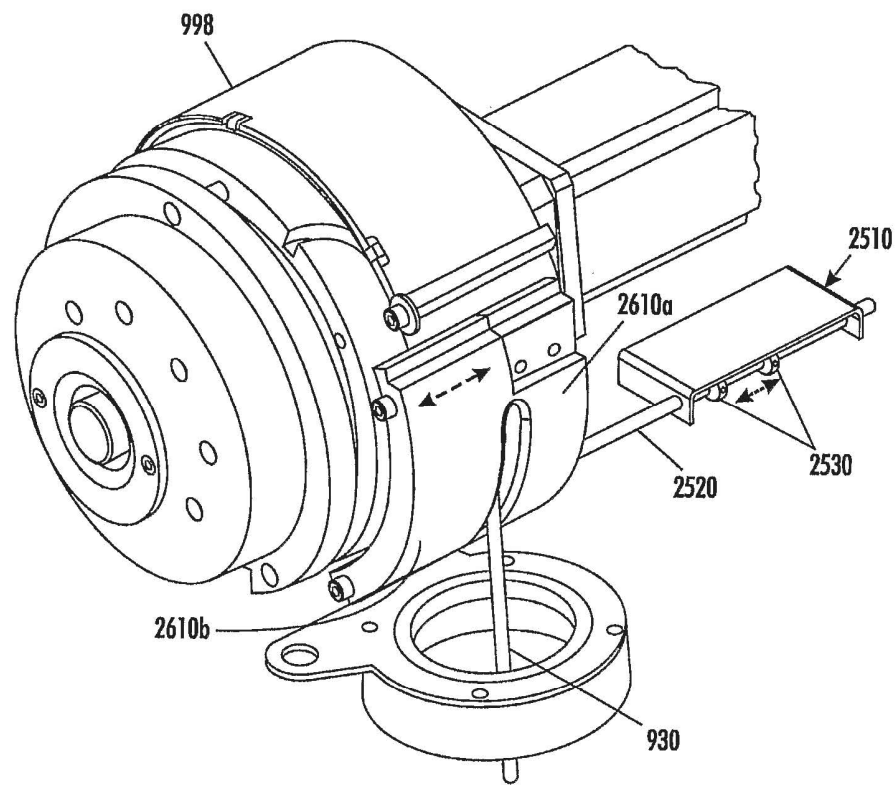


**FIG. 23**

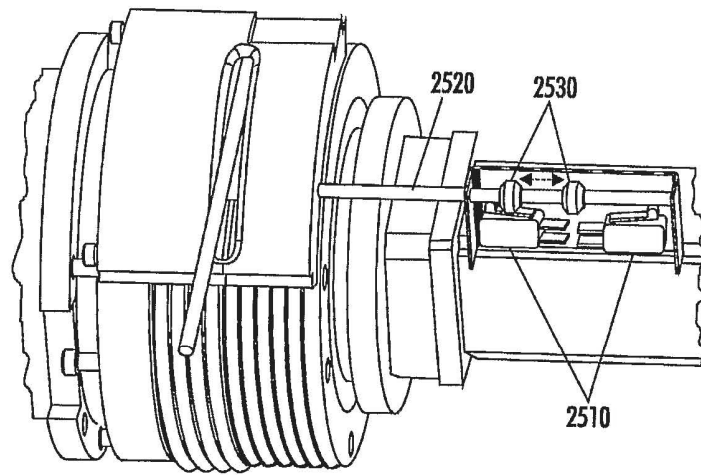


**FIG. 24**

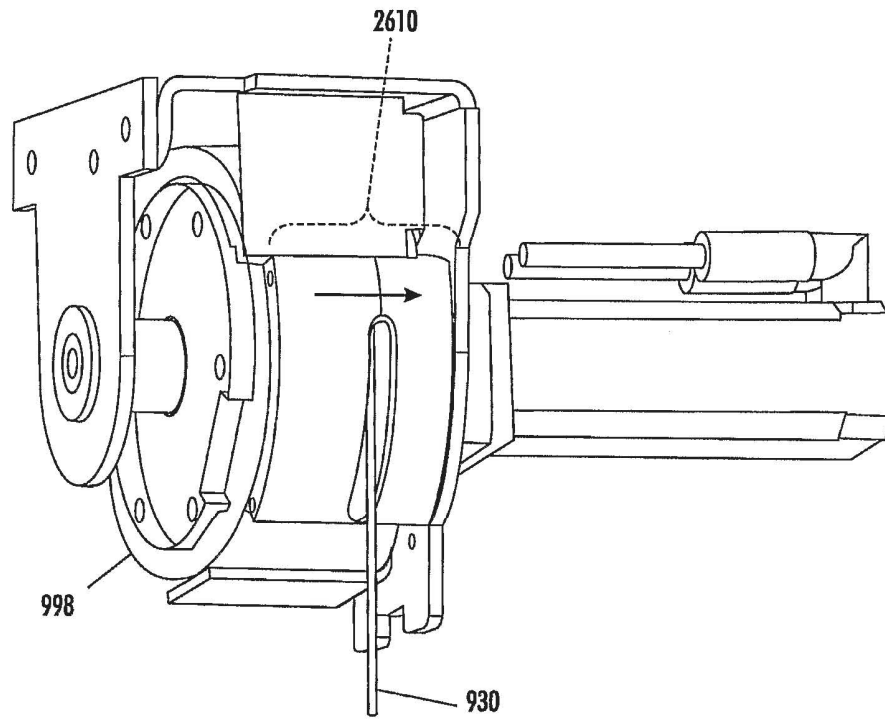




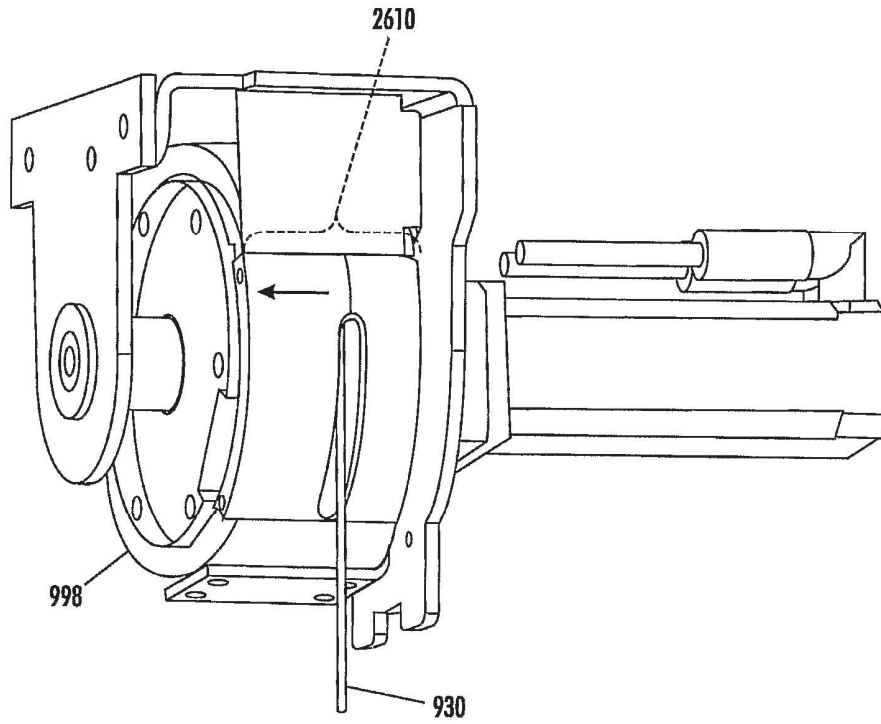
**FIG. 25**



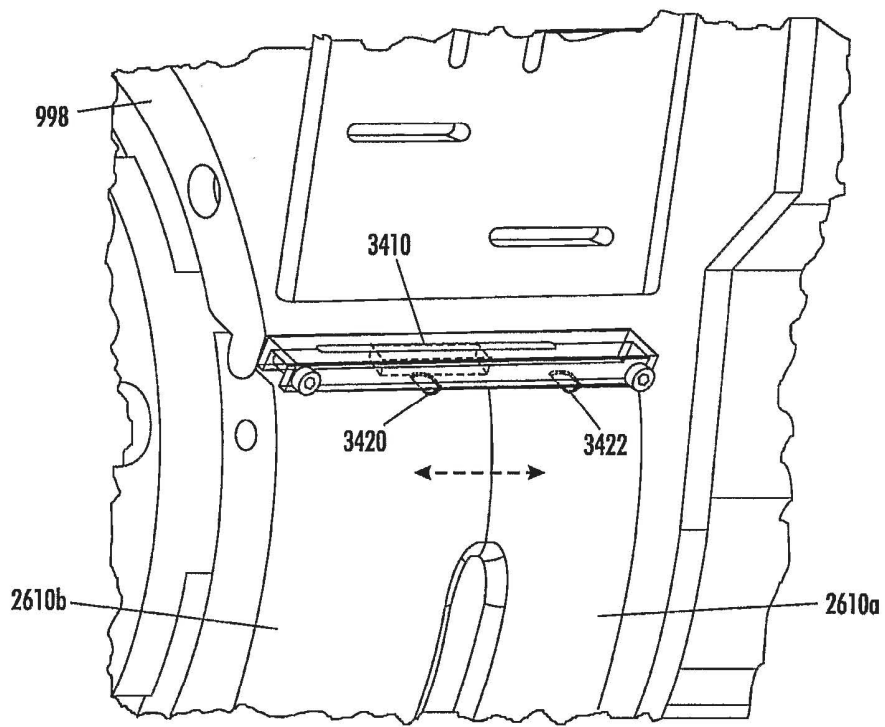
**FIG. 26**



**FIG. 27**



**FIG. 28**



**FIG. 29**