

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 567 717**

51 Int. Cl.:

**B66D 1/74** (2006.01)

**B66D 1/30** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.03.2011** **E 11710539 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.01.2016** **EP 2521685**

54 Título: **Aparato de torno**

30 Prioridad:

**27.03.2010 GB 201005200**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**26.04.2016**

73 Titular/es:

**PARKBURN PRECISION HANDLING SYSTEMS  
LIMITED (100.0%)  
26 Whistleberry Industrial Estate  
Hamilton ML3 0ED, GB**

72 Inventor/es:

**LAWSON, ANDREW;  
MCFALL, CAMPBELL y  
O'HARA, DENNIS**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 567 717 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

Aparato de torno

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un aparato de torno, y en particular, pero no exclusivamente, a un aparato de torno estilo cabrestante.

10 **Antecedentes de la invención**

Los tornos se usan en muchas aplicaciones para mover cargas útiles a través de medios enrollables, tales como cables, alambres y cuerdas de metal, sintéticos o fibras. Normalmente, un torno incluye un tambor o carrete alrededor del cual se enrolla un medio enrollable, en el que la rotación del tambor permite el enrollado del medio.

15 En algunas especies de torno, el tambor actúa también para almacenar el medio enrollable, estando el medio dispuesto en una sola o múltiples envolturas y capas entre las bridas de los extremos del tambor. En tales especies de tornos, sin embargo, el medio enrollable puede estar sometido a significativas fuerzas de aplastamiento radiales, en particular en circunstancias en las que están involucradas grandes cargas útiles y, por ello, sobre el medio enrollable se aplican tensiones significativas. Además, en algunas aplicaciones, puede ser necesario almacenar el medio en un estado de alta tensión, lo que puede reducir la vida útil del medio por fatiga, deformaciones excesivas, histéresis y similares. Además, el almacenamiento del medio enrollable en un tambor requiere normalmente la utilización de complejas disposiciones pasajeras para asegurar que el medio está dispuesto en las envolturas y capas adecuadas.

25 En otras especies de tornos, el tambor sólo se utiliza para aplicar una fuerza a un medio enrollable, estando el medio enrollable almacenado por separado, por ejemplo en una cesta, en un carrete separado o similares. La fuerza aplicada por el tambor es normalmente o una fuerza de tracción para depositar un medio enrollable, o una fuerza de liberación controlada para permitir la recuperación controlada de un medio enrollable mientras se encuentra bajo carga, por ejemplo mientras está unido a una carga útil. En tales especies de tornos, que pueden incluir cabrestante o tornos de molinete, una parte intermedia de un medio enrollable se envuelve alrededor del tambor un número de veces de manera que un lado exterior del medio enrollable se extiende desde el tambor para acoplarse a una carga útil, y un lado interior del medio enrollable se extiende para almacenamiento. En condiciones de carga, el tambor funciona reduciendo la tensión en el medio enrollable desde una condición de alta tensión en el lado exterior, hasta una condición de menor tensión en el lado interior del medio enrollable, permitiendo de ese modo que el medio enrollable sea almacenado en un estado favorable de baja tensión. En vista de esta funcionalidad de reducción de la tensión, tales especies de tornos se denominan a menudo unidades de destensado. En uso, el tambor establece un gradiente de tensión en el medio enrollable, que puede definirse por la ecuación de fricción de un cabrestante:

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu\theta}$$

40 en la que:

$T_1$  = tensión exterior

$T_2$  = tensión interior

45  $\mu$  = coeficiente de fricción entre el medio enrollable y el tambor o superficie de contacto

$\theta$  = ángulo de contacto con el tambor (por ejemplo, una envoltura son  $2\pi$  radianes)

50 En los dispositivos de torno existentes, el gradiente de tensión puede que no se distribuya de manera uniforme en todo el medio enrollable en contacto con el tambor, lo que puede dar como resultado una reducción no uniforme de la tensión con posibles efectos adversos sobre el medio, tal como variable distribución de la deformación y similares.

55 En tales especies de tornos de estilo cabrestante, se fabrican normalmente disposiciones para asegurar que el medio enrollable sigue una trayectoria definida alrededor del tambor para asegurar la adecuada separación entre envolturas adyacentes, proporcionar puntos de conexión adecuados en ambos lados exterior e interior, impedir el apilado o agrupamiento en los extremos embridados del tambor, y similares. Estas disposiciones pueden incluir la utilización de acanaladuras o estrías sobre la superficie del tambor, la utilización de cuchillas o anillos fugaces y similares. Los documentos GB 2 009 077, GB 1 425 016 y WO 00/10903 divulga cada uno disposiciones en las que se utilizan acanaladuras en el tambor.

60 Sin embargo, tales disposiciones para manejar adecuadamente un medio enrollable a lo largo de una trayectoria deseada pueden involucrar complejos mecanismos, que pueden ser costosos y sujetos a fallos. Además, puede que las disposiciones existentes no manejen adecuadamente las características de un medio enrollable, tales como empalmes, conectores, enchufes y similares. Además, las disposiciones existentes, tales como cuchillas o anillos

fugaces, pueden dar como resultado la torsión desfavorable del medio enrollable, y pueden aumentar las fuerzas por fricción aplicadas al medio, lo que puede dar como resultado abrasión u otro daño que puede afectar a la integridad mecánica.

5 **Sumario de la invención**

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato de torno que comprende conjuntos primero y segundo de tambor que definen cada uno una superficie de contacto discontinua del tambor para acoplarse a un medio enrollable común, en el que los conjuntos de tambor primero y segundo se engranan entre sí y están configurados para girar alrededor de respectivos ejes de rotación, primero y segundo, que están inclinados el uno con respecto al otro.

El aparato de torno puede estar configurado para funcionar como un dispositivo de destensado para su uso en la reducción de la tensión dentro de un medio enrollable. El aparato de torno puede estar configurado como un aparato de torno cabrestante.

Los ejes de rotación, primero y segundo, pueden estar inclinados el uno con respecto al otro en un solo plano de referencia. Los ejes primero y segundo pueden estar inclinados el uno con respecto al otro en dos planos de referencia, tales como dos planos de referencia perpendiculares entre sí. Los ejes de rotación, primero y segundo, pueden estar inclinados axialmente y/o radialmente el uno con respecto al otro. Los ejes de rotación, primero y segundo, pueden estar inclinados el uno con respecto al otro de manera que estén en una relación no paralela. Por ejemplo, los ejes de rotación, primero y segundo, pueden estar inclinados para intersectarse entre sí en un ángulo de intersección. Los ejes de rotación, primero y segundo, pueden estar dispuestos excéntricamente el uno con respecto al otro. En algunas realizaciones, los ejes de rotación, primero y segundo, pueden estar lateralmente desplazados entre sí.

Cada superficie de contacto del tambor puede estar alineada generalmente paralela a un eje de rotación asociado del tambor. En esta disposición, las superficies de contacto del tambor de los respectivos conjuntos primero y segundo del tambor también pueden estar inclinadas la una con respecto a la otra en la misma medida que los ejes de rotación, primero y segundo.

En uso, los conjuntos de tambor primero y segundo están configurados para permitir que un medio enrollable común se envuelva alrededor de las respectivas superficies de contacto del tambor. La rotación de cada conjunto de tambor puede aplicar una fuerza al medio enrollable. El aparato de torno puede utilizarse, por lo tanto, para depositar el medio enrollable para, por ejemplo, aplicar una fuerza de tracción sobre una carga útil unida, y/o permitir el desenrollado controlado del medio enrollable, por ejemplo, para desplegar una carga útil unida.

Los conjuntos primero y segundo de tambor pueden estar configurados para acoplarse a una parte intermedia envuelta de un medio enrollable, de manera que las partes de los extremos del medio enrollable a cada lado de la parte envuelta intermedia se pueden extender hacia fuera del aparato de torno. Una parte de extremo se puede definir como una parte de extremo exterior, y la otra parte de extremo se puede definir como una parte de extremo interior. Esta disposición puede permitir que el aparato de torno funcione como un torno de tipo cabrestante. Por ejemplo, la rotación de los conjuntos de tambor primero y segundo puede aplicar un gradiente de tensión a lo largo de la longitud del medio enrollable en contacto con el aparato de torno. Este gradiente de tensión puede determinarse de acuerdo con la ecuación por fricción de un cabrestante:

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu\theta}$$

en la que:

- 50  $T_1$  = tensión exterior
- $T_2$  = tensión interior
- $\mu$  = coeficiente de fricción entre el medio enrollable y el tambor
- $\theta$  = ángulo de contacto con el tambor (por ejemplo, una envoltura son  $2\pi$  radianes)

Por ello, el gradiente de tensión puede determinarse como una función del ángulo de contacto de la envoltura y del coeficiente de fricción entre el medio enrollable y las superficies de contacto. En un uso normal, una parte de extremo del medio enrollable puede estar a una tensión más alta que la otra parte de extremo. Una parte de extremo, tal como una parte de alta tensión (que puede ser una parte de extremo exterior), se puede extender para acoplarse con una carga útil, y la otra parte de extremo, tal como una parte de baja tensión (que puede ser un parte de extremo interior), pueden ser almacenada convenientemente, por ejemplo en un carrete, en una cesta o similares.

En una realización, el aparato de torno se puede proporcionar en combinación con, o comprender, una disposición de tensor, que puede funcionar para aplicar un grado de tensión al menos a una parte de extremo de un medio enrollable. Por ejemplo, una disposición de tensor se puede configurar para aplicar tensión a una parte de baja tensión (por ejemplo, una parte de extremo interior) de un medio enrollable que se extiende desde el aparato de  
 5 torno. La disposición de tensor se puede configurar para permitir un mayor control sobre la tensión alcanzable en una parte de alta tensión del mismo medio enrollable. Por ejemplo, se puede utilizar un dispositivo tensor para aumentar la tensión en una parte de extremo de baja tensión, de manera que un gradiente de tensión aplicado por el aparato de torno puede acomodar una mayor tensión en una parte de extremo de alta tensión (de acuerdo con la ecuación por fricción de un cabrestante definida anteriormente). El dispositivo tensor puede comprender un torno  
 10 adicional, tal como un torno de tambor, torno de tracción, aparato de torno de acuerdo con la presente invención o similares. El dispositivo tensor puede comprender un tensor de pista. En algunas situaciones, tales como situaciones estáticas, un dispositivo tensor se puede configurar para no aplicar ninguna tensión. En otras situaciones, tal como en situaciones dinámicas, un dispositivo tensor se puede configurar para aplicar un grado de tensión.

15 La alineación inclinada relativa de los ejes de rotación, primero y segundo, de los conjuntos de tambor puede permitir que las respectivas superficies de contacto del tambor cooperen para manipular un medio enrollable asociado de manera que siga una trayectoria predefinida, tal como una trayectoria helicoidal predefinida. Esta trayectoria predefinida puede permitir ventajosamente que envolturas adyacentes de un medio enrollable se alineen preferentemente durante la rotación de los conjuntos de tambor, por ejemplo, disponiéndose y reteniéndose en una  
 20 relación sin contacto de unas con otras, con un espacio de separación preferido o similar. Además, la alineación inclinada relativa de los ejes de rotación puede permitir que un medio enrollable salga o entre en el conjunto del torno a una ubicación deseada y/o constante. Este control preferido sobre la trayectoria de un medio enrollable asociado puede eliminar el requisito de proporcionar un equipo de control adicional, tal como cuchillas, disposiciones fugaces, estrías o similares y, con ello, evitar las desventajas de tales disposiciones, por ejemplo, las desventajas asociadas con costes, complejidad, mantenimiento, aumento de peso y similares.

El ángulo de inclinación relativa de los ejes de rotación, primero y segundo, puede ser fijo. Alternativamente, el ángulo de inclinación relativa puede ser ajustable.

30 El ángulo de inclinación relativa de los ejes de rotación, primero y segundo, se puede seleccionar para influir o proporcionar una trayectoria predeterminada, tal como una trayectoria predeterminada helicoidal de un medio enrollable, por ejemplo el número de envolturas, el espaciado entre las envolturas individuales, o similares. El ángulo de inclinación relativa de los ejes puede ser seleccionado de acuerdo con el tipo de medio enrollable, que puede incluir un alambre, cable, cuerda o similar de metal o sintético o de fibra.

35 En algunas disposiciones el ángulo de inclinación relativa de los ejes de rotación puede definir un ángulo de paso de una o más envolturas de un medio enrollable.

40 El ángulo de inclinación relativa de los ejes de rotación, primero y segundo, se puede seleccionar para que esté en la zona de, por ejemplo, 0,1 a 20 grados, tal como entre 0,5 y 10 grados. En algunas realizaciones el ángulo de inclinación relativa se puede seleccionar para que esté en la zona de 1 a 3 grados. En una realización, el ángulo de inclinación relativa se puede seleccionar para que esté en la zona de 1,8 grados.

45 Los conjuntos de tambor pueden estar dispuestos de manera que, en uso, un medio enrollable se acople a la superficie de contacto del tambor de ambos conjuntos de tambor primero y segundo. Los conjuntos de tambor pueden estar dispuestos de manera que, en uso, un medio enrollable se acople a una parte de la superficie de contacto del tambor de ambos conjuntos de tambor primero y segundo. En una realización, los conjuntos de tambor puede estar dispuestos de manera que, en uso, para cada envoltura individual de un medio enrollable, una parte, tal como media parte, de la envoltura del medio enrollable se acople a la superficie de contacto del tambor del primer  
 50 conjunto de tambor, y la parte restante, tal como la otra media parte, se acople con la superficie de contacto del tambor del segundo conjunto de tambor. Esta disposición, en combinación con la inclinación relativa de los ejes de rotación, primero y segundo, puede permitir que se consiga una trayectoria predefinida del medio enrollable. Esta disposición puede también permitir que la carga sobre el aparato de torno se divida entre los conjuntos de tambor primero y segundo, y cualquiera de las disposiciones de soporte asociadas.

55 Las superficies de contacto discontinuas del tambor (que pueden ser proporcionadas por elementos de soporte separados como se define a continuación) pueden permitir un gradiente de tensión en términos discretos para ser aplicado a través de la longitud de un medio enrollable en contacto con dichas superficies. Por ejemplo, las superficies de contacto discontinuas del tambor proporcionarán contacto intermitente con un medio enrollable, de  
 60 manera que se logren partes discretas de un gradiente de tensión completo a través de la longitud completa del medio enrollable en esos lugares discretos individuales de contacto. Esta disposición puede permitir un mayor control sobre el gradiente de tensión en el medio enrollable. Además, esta disposición puede permitir que se asegure un gradiente de tensión requerido en una longitud mínima de un medio enrollable. Por consiguiente, se puede lograr una destensado de alta resolución mediante la aplicación de muchos pequeños puntos de contacto  
 65 proporcionando una variación proporcionalmente pequeña de la tensión diferencial. Por ello, los cambios en la longitud, el movimiento relativo, el trabajo y similares se reducen al mínimo para mitigar el calor por fricción

generado en el medio enrollable. La tensión puede, por lo tanto, eliminarse o añadirse en muchos pequeños pasos lineales controlados con precisión en comparación con una baja cantidad de pasos grandes como los presentes en los sistemas de la técnica anterior. Esta disposición proporciona un método tipo de funcionamiento del medio enrollable para proporcionar una vida más larga y manipular el medio enrollable en su forma natural sin aplicar fuerzas externas excesivas.

La superficie de contacto discontinua puede facilitar la refrigeración del medio enrollable cuando está en uso al permitir, por ejemplo, el aumento del flujo de un refrigerante, tal como aire, alrededor del medio enrollable, por ejemplo entre elementos de soporte individuales. Además, la superficie de contacto discontinua puede facilitar el drenaje, por ejemplo cuando el medio enrollable se recupera de un entorno líquido, tal como un entorno marino. Por ejemplo, en realizaciones donde se proporciona una superficie discontinua mediante múltiples elementos de soporte separados, puede permitirse el drenaje a través de los espacios entre elementos de soporte adyacentes.

Cada conjunto de tambor puede comprender una pluralidad de elementos de soporte configurados para definir colectivamente las respectivas superficies de contacto del tambor. Los elementos de soporte pueden ser alargados. Los elementos de soporte pueden estar dispuestos en paralelo con los respectivos ejes de rotación. Los elementos de soporte pueden estar dispuestos circunferencialmente alrededor de un respectivo eje de rotación de los conjuntos de tambor. Cada elemento de soporte puede comprender una superficie de soporte individual dispuesta para definir una parte discreta de una respectiva superficie de contacto del tambor. La superficie de soporte individual de uno o más elementos de soporte puede definir una forma en arco. En una disposición, la superficie de soporte individual de uno o más elementos de soporte se puede extender para un ángulo de arco definido, en donde el ángulo de arco es definido por el ángulo central formado por los puntos extremos del arco. Cada elemento de soporte puede definir una superficie de soporte en forma de arco, en donde el ángulo de arco combinado de los elementos de soporte de un conjunto de tambor individual puede extenderse 360 grados. Esta disposición puede permitir un soporte preferente de un medio enrollable sobre las superficies de contacto del tambor colectivo, que puede impedir cualquier retorcimiento o similar del medio enrollable a través de cualquiera de las zonas de los bordes de los elementos de soporte. Esta disposición puede también permitir que un soporte preferente de un medio enrollable sea permitido mientras se logra un gradiente de tensión máximo dentro del medio enrollable al maximizar el ángulo de envoltura disponible.

Un par de elementos de soporte adyacentes pueden definir superficies respectivas en forma de arco, en las que los bordes enfrentados de las superficies adyacentes en forma de arco están dispuestos tangencialmente entre sí. Esta disposición puede permitir que un medio enrollable se extienda tangencialmente entre elementos de soporte adyacentes, logrando así el contacto completo con cada superficie individual e impidiendo cualquier retorcimiento o similar desfavorable del medio enrollable a medida que sale de una superficie de soporte y llega a la otra superficie de soporte.

Los elementos de soporte pueden estar dispuestos el uno con respecto al otro para crear una superficie de contacto discontinua del tambor. Los elementos de soporte adyacentes pueden estar separados unos de otros para definir un espacio entre los mismos. Esta disposición puede proporcionar las respectivas superficies de contacto discontinuas del tambor. Proporcionar elementos de soporte con espacios entre los mismos pueden permitir que los elementos de soporte se coloquen para definir un diámetro de tambor eficaz deseado, por ejemplo que sea adecuado para el medio enrollable en particular, y al mismo tiempo proporcionar el ángulo de envoltura total necesario para lograr un gradiente de tensión adecuado mientras se reduce al mínimo el área real de la superficie de contacto. Es decir, los elementos de soporte pueden estar dispuestos dentro de un conjunto de tambor individual para proporcionar un diámetro de tambor eficaz, con una superficie global de contacto reducida.

La provisión de espacios entre elementos de soporte puede ofrecer ventajas en términos de refrigeración, drenaje y similares, como se ha identificado anteriormente.

Los elementos de soporte pueden estar montados rígidamente dentro de los respectivos conjuntos de tambor. Tal montaje rígido puede proporcionar un diámetro de tambor fijo eficaz. Alternativamente, los elementos de soporte pueden estar montados de forma ajustable dentro de un conjunto de tambor respectivo, que puede permitir que sea ajustado un diámetro del tambor eficaz. Esto puede permitir el uso del aparato de torno con diferentes medios enrollables. Esta disposición puede permitir también que los elementos de soporte se ajusten a los requisitos de compensación, por ejemplo, para compensar cualquier movimiento de todo el aparato de torno con relación a un punto de referencia. Esto puede tener una ventaja en aplicaciones en mar abierto, donde el aparato de torno puede utilizarse para desplegar o recuperar cargas útiles hacia o desde el mar.

Los elementos de soporte pueden estar formados de forma separada y posteriormente montados dentro de los respectivos conjuntos de tambor, por ejemplo mediante la utilización de sujeciones mecánicas, soldadura o similares. Alternativamente, los elementos de soporte se pueden proporcionar como componentes integrales de los respectivos conjuntos de tambor. Por ejemplo, los elementos de soporte pueden ser moldeados integralmente con los respectivos conjuntos de tambor.

5 Cada conjunto de tambor puede comprender un miembro de brida configurado para soportar una pluralidad de elementos de soporte, por ejemplo, en respectivas regiones de los extremos de los elementos de soporte, o en las respectivas partes intermedias de los elementos de soporte. Cada conjunto de tambor puede comprender dos miembros de brida configurados para soportar zonas opuestas de los extremos de cada elemento de soporte asociado. Esta disposición puede definir una estructura de jaula, tal como una estructura de jaula generalmente cilíndrica.

10 Los conjuntos de tambor pueden estar dispuestos para solaparse en una dirección axial. Esto puede permitir que un medio enrollable se extienda, por ejemplo, en general de forma lateral o transversal, a través de ambos ejes de rotación para acoplarse con las respectivas superficies de contacto del tambor sin requerir ningún cambio de dirección impuesto para moverse de una superficie a la otra.

15 Los conjuntos de tambor pueden estar dispuestos para solaparse en una dirección radial. Los conjuntos de tambor están configurados para engranarse el uno con respecto al otro. En una realización, cada conjunto de tambor puede comprender una pluralidad de elementos de soporte dispuestos para definir espacios entre los mismos, en donde los elementos de soporte de un conjunto de tambor están configurados para estar colocados en los espacios entre los elementos de soporte en el otro conjunto de tambor, y viceversa. En consecuencia, los elementos de soporte de cada conjunto de tambor se engranan o se intercalan entre sí. Esta disposición puede permitir que se logren las ventajas de la presente invención, por ejemplo en relación con proporcionar una trayectoria predefinida para un medio enrollable, al tiempo que presenta una huella mínima.

20

Los conjuntos de tambor pueden estar dispuestos en disposiciones de soporte separadas, tal como árboles de soporte separados. Los árboles de soporte separados pueden estar dispuestos adecuadamente para proporcionar la inclinación relativa entre los ejes de rotación, primero y segundo.

25

Los conjuntos de tambor pueden estar dispuestos en una disposición de soporte común, tal como un árbol de soporte común. Por ejemplo, cada conjunto de tambor puede estar dispuesto para ser giratorio alrededor de un árbol de soporte común. En esta disposición, uno o ambos de los conjuntos de tambor pueden estar desplazados con respecto al árbol de soporte para proporcionar la inclinación relativa entre los ejes de rotación, primero y segundo. Por ejemplo, uno o ambos de los conjuntos de tambor puede estar dispuesto en una parte desplazada del árbol de soporte, montado en una disposición de rodamientos desplazada o similar.

30

El aparato de torno puede comprender una disposición de accionamiento configurada para girar de forma motriz ambos conjuntos de tambor. La disposición de accionamiento puede estar configurada para accionar de forma sincronizada ambos conjuntos de tambor. Esta disposición puede ayudar a asegurar que el contacto entre las respectivas superficies de contacto de tambor y un medio enrollable esté optimizado. Además, esto puede impedir el deslizamiento del medio enrollable respecto a una o ambas de las superficies de contacto del tambor. Además, esta disposición puede minimizar cualquier rotación axial del medio enrollable.

35

La disposición de accionamiento puede comprender un conjunto de accionamiento individual configurado para accionar ambos conjuntos de tambor, por ejemplo a través de una disposición de transmisión mecánica, como una transmisión por correa, transmisión por cadena, tren de engranajes o similares. Alternativamente, la disposición de accionamiento puede comprender un primer aparato de accionamiento asociado con el primer conjunto de tambor, y un segundo aparato de accionamiento asociado con el segundo conjunto de tambor. En esta realización la disposición de accionamiento puede comprender un controlador configurado para permitir el control común de los aparatos de accionamiento primero y segundo.

40

45

La disposición de accionamiento puede funcionar para proporcionar el frenado a uno o ambos tambores.

50 El aparato puede comprender una disposición de frenado configurada para proporcionar el frenado a uno o ambos tambores. La disposición de frenado puede comprender una disposición de frenado eléctrico, una disposición de frenado por fricción, o similar.

La superficie de una o ambas de las superficies de contacto del tambor puede estar configurada de manera que el coeficiente de fricción entre las respectivas superficies y un medio enrollable sea menor que el coeficiente de fricción entre los componentes individuales del medio enrollable, tal como trenzas, hebras o similares. Esto puede ayudar en la consecución de un gradiente de baja tensión deseado en el medio enrollable. Una o ambas de las superficies de contacto del tambor pueden comprender un recubrimiento, tal como un recubrimiento de cromo, un recubrimiento de material cerámico o similar.

55

60

El aparato de torno puede estar configurado para su uso con, o puede comprender, una disposición de almacenamiento del medio enrollable. La disposición de almacenamiento puede comprender un carrete, una cesta o similar.

65 El aparato de torno puede estar en sí mismo compensado y/o puede estar configurado para su uso con, o puede comprender, una disposición compensadora. La disposición compensadora puede comprender una disposición

compensadora de oscilación vertical, por ejemplo, para compensar el movimiento de oscilación vertical de una embarcación en mar abierto en el que está situado el aparato de torno.

5 El aparato de torno puede estar configurado para su uso con diferentes tipos de medios enrollables. Por ejemplo, el conjunto de torno puede estar configurado para su uso con medios enrollables sintéticos o de fibra. El aparato de torno puede estar configurado para su uso con BOB (*Braid Optimized for Bending* (Trenza optimizada para doblar)), Plasma, Spectra, Dynema o similares estructuras a modo de cuerda.

10 El aparato de torno puede estar configurado para su uso en múltiples aplicaciones. En algunas disposiciones, el aparato de torno puede estar configurado para su uso en aplicaciones en tierra, por ejemplo como parte de un conjunto de grúa. En algunas disposiciones, el aparato de torno puede estar configurado para su uso en aplicaciones en mar abierto, por ejemplo para uso en el despliegue y recuperación de cargas útiles hacia y desde el mar, como parte de un conjunto de grúa o similar.

15 De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un método de establecer un gradiente de tensión dentro de un medio enrollable, que comprende:

20 proporcionar conjuntos de tambor primero y segundo definiendo cada uno una superficie de contacto discontinua del tambor, en la que los conjuntos de tambor primero y segundo se engranan entre sí;  
 20 envolver una parte del medio enrollable alrededor de la superficie de contacto de ambos conjuntos de tambor primero y segundo; y  
 20 girar ambos conjuntos de tambor primero y segundo alrededor de los respectivos ejes de rotación, primero y segundo, que están inclinados el uno con respecto al otro.

25 El método de acuerdo con el segundo aspecto puede referirse a un método de funcionamiento del aparato de torno de acuerdo con el primer aspecto. En consecuencia, características opcionales asociadas con el segundo aspecto pueden ser asumidas para incluir cualquier característica, tomada aisladamente o en combinación, identificada en relación con el primer aspecto.

30 De acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema torno que comprende un aparato de torno de acuerdo con el primer aspecto.

35 El sistema torno puede comprender una disposición de almacenamiento de un medio enrollable. La disposición de almacenamiento puede comprender un carrete, cesta o similar. El sistema torno puede comprender una disposición compensadora. La disposición compensadora puede comprender una disposición compensadora de oscilación vertical, por ejemplo para compensar el movimiento de oscilación vertical de una embarcación en mar abierto en la que está situado el conjunto de torno.

40 Otros aspectos de la invención pueden referirse a una disposición de grúa que comprende un aparato de torno de acuerdo con el primer aspecto.

Otros aspectos pueden referirse a una embarcación, tal como una embarcación en mar abierto o en tierra, que comprende un aparato de torno de acuerdo con el primer aspecto.

#### 45 **Breve descripción de los dibujos**

A continuación se describirán estos y otros aspectos de la presente invención, solamente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

50 La Figura 1 es una vista en perspectiva de un aparato de torno de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Figura 2 es una ilustración simplificada de dos conjuntos de tambor separados del aparato de torno de la Figura 1, en donde los conjuntos de tambor se muestran separados;

55 La Figura 3 es una ilustración adicional simplificada de los dos conjuntos de tambor separados de la Figura 6, en donde los conjuntos de tambor se muestran en una configuración engranada;

La Figura 4a es una vista del aparato de torno de la Figura 1 desde arriba;

La Figura 4b es una representación esquemática que muestra una inclinación relativa entre dos ejes de rotación del aparato de torno en un plano vertical;

La Figura 5a es una vista frontal del aparato de torno de la Figura 1;

60 La Figura 5b es una representación esquemática de una inclinación relativa entre dos ejes de rotación del aparato de torno en un plano horizontal;

La Figura 6 es una vista del aparato de torno de la Figura 1 desde arriba, que muestra un medio enrollable acoplado;

La Figura 7 es una representación esquemática del gradiente de tensión individual aplicado por cada elemento;

65 La Figura 8 es una representación esquemática de la interacción entre elementos de soporte individuales y un medio enrollable;

- La Figura 9 es una vista en perspectiva de un aparato de torno que no forma parte de la invención;  
 La Figura 10 es una vista frontal del aparato de torno de la Figura 9;  
 La Figura 11 es una vista desde arriba del aparato de torno de la Figura 9;  
 La Figura 12 es una representación de un sistema torno que incorpora el aparato de torno de la Figura 1; y  
 5 La Figura 13 es una representación de un sistema torno que incorpora el aparato de torno de la Figura 9.

**Descripción detallada de los dibujos**

10 Una vista en perspectiva de un aparato de torno, identificado en conjunto por el número de referencia 10, de acuerdo con una realización de la presente invención se muestra en la Figura 1. Como se discutirá con más detalle a continuación, el aparato de torno 10 está configurado como un torno de tipo cabrestante para su uso en el funcionamiento con un medio enrollable, tal como un alambre, cuerda, cable o similar, metal o sintético.

15 El aparato de torno 10 comprende conjuntos de tambor (12, 14) primero y segundo montados sobre un árbol 16 de soporte común que está asegurado a un bastidor 18. El primer conjunto de tambor 12 comprende una pluralidad de elementos de soporte 20 dispuestos circunferencialmente que tienen cada uno superficies de contacto discretas que, colectivamente, definen una superficie de contacto del tambor del primer conjunto de tambor 12. Los elementos de soporte 20 están dispuestos con espacios definidos entre los mismos, de manera que se establece una superficie discontinua de soporte del tambor. Del mismo modo, el segundo conjunto de tambor 14 comprende también una pluralidad de elementos de soporte 22 dispuestos circunferencialmente que tienen superficies de contacto discretas individuales que, colectivamente, definen una superficie de contacto del tambor del segundo conjunto de tambor 14. Los elementos de soporte 22 están también dispuestos con espacios entre los mismos, de manera que se establece una superficie de contacto discontinua del tambor. Como se ilustra, los conjuntos de tambor 12, 14 están dispuestos de manera que los respectivos elementos de soporte 20, 22 están engranados. Es decir, los elementos de soporte 20 del primer conjunto de tambor 12 están dispuestos en los espacios definidos entre los elementos de soporte 22 del segundo conjunto de tambor 14, y viceversa. En consecuencia, los conjuntos de tambor (12, 14) primero y segundo pueden estar dispuestos para solaparse en ambas direcciones axial y radial.

30 Se hace referencia, además, a la Figura 2, que proporciona una ilustración simplificada y esquemática de los conjuntos de tambor (12, 14) primero y segundo, que se muestran por separado para mayor claridad. Cada conjunto de tambor 12, 14 se proporciona generalmente en forma de una jaula cilíndrica, con los respectivos elementos de soporte 20, 22 dispuestos circunferencialmente alrededor de los respectivos ejes de rotación 24, 26 primero y segundo. Cada elemento de soporte 20, 22 está dispuesto en paralelo con un respectivo eje de rotación 24, 26 de manera que la superficie de contacto discontinua definida del tambor de cada conjunto de tambor 12, 14 está dispuesta también en paralelo con un respectivo eje de rotación 24, 26. Cada elemento de soporte 22, 24 es generalmente alargado con extremos opuestos de cada elemento de soporte 22, 24 asegurado a través de sujeciones mecánicas 27 a la periferia exterior de los respectivos miembros de soporte interiores 28, 30 y de los respectivos miembros de soporte exteriores 32, 34. Los miembros exteriores 28, 30 están montados en respectivas bridas de torno 36, 38. Además, cada conjunto de tambor 12, 14 comprende una corona 40, 42 de engranajes de rotación configurada para acoplarse mediante una disposición de accionamiento que comprende múltiples conjuntos de accionamiento 44 individual (véase la Figura 1). En otra realización se puede proporcionar un único conjunto de accionamiento individual. La disposición de accionamiento está configurada para rotar cada conjunto de tambor 12, 14 alrededor de los respectivos ejes de rotación 24, 26 de una manera sincronizada. La disposición de accionamiento puede ser eléctrica, hidráulica, neumática, de motor o similar, o cualquier adecuada combinación de las mismas.

50 La Figura 3 muestra los conjuntos de tambor 12, 14 simplificados de la Figura 2 engranados para definir el aparato de torno 10 completo. Como se ilustra, los conjuntos de tambor 12, 14 están dispuestos de manera que los ejes de rotación 24, 26, primero y segundo, están inclinados el uno con respecto al otro, lo que da como resultado las superficies de contacto discontinuas de cada conjunto de tambor 12, 14, estando también inclinados el uno con respecto al otro. Debe entenderse que el ángulo de inclinación se ha exagerado para los fines de la presente descripción. Como se discutirá más detalladamente a continuación, esta disposición inclinada de los conjuntos de tambor 12, 14 primero y segundo establece una trayectoria preferente de un medio enrollable asociado envuelto alrededor del aparato de torno 10. Una descripción más detallada de la inclinación relativa de los ejes de rotación, primero y segundo, se dará ahora con referencia a las Figuras 4 y 5.

60 Se hace referencia primero a la Figura 4, en la que la Figura 4a muestra el aparato de torno 10 desde arriba, y la Figura 4b proporciona una ilustración simplificada de la inclinación relativa que demuestra una inclinación relativa entre los ejes de rotación 24, 26, con la inclinación relativa exagerada para mayor claridad. Como se ilustra, los conjuntos de tambor 12, 14 son transversalmente oblicuos con respecto a un plano 45 vertical de manera que los ejes de rotación 24, 26, primero y segundo, definen un ángulo de inclinación relativa  $\alpha_v$ . En la presente realización como ejemplo, el ángulo de inclinación  $\alpha_v$  puede estar en una zona entre 1 a 3 grados, por ejemplo alrededor de 1,8 grados. Los conjuntos de accionamiento 44 individual están también claramente ilustrados en la Figura 4a, en la que cada tambor 14, 16 está engranado para ser accionado por dos de los conjuntos de accionamiento 44. Además, cada conjunto de accionamiento 44 está montado en el bastidor 18 de manera que se adapta a la inclinación relativa de cada conjunto de tambor 12, 14.



La Figura 5a muestra el aparato de torno 10 desde la parte anterior, y la Figura 5b proporciona una ilustración simplificada de la inclinación relativa que demuestra una inclinación relativa entre los ejes de rotación 24, 26, con la inclinación relativa exagerada para mayor claridad. Como se ilustra, los conjuntos de tambor 12, 14 están también oblicuos transversalmente respecto a un plano horizontal 46 de manera que los ejes de rotación 24, 26, primero y segundo, definen un ángulo de inclinación relativa  $\alpha_H$ . En la presente realización como ejemplo, el ángulo de inclinación  $\alpha_H$  puede estar en una zona entre 1 a 3 grados, por ejemplo alrededor de 1,8 grados.

Debe señalarse que ambos conjuntos de tambor 12, 14 primero y segundo están montados de forma giratoria sobre el árbol 16 de soporte común. A este respecto, el árbol de soporte puede incluir partes desplazadas configuradas para permitir la rotación de cada conjunto de tambor 12, 14 alrededor de los ejes de rotación inclinados primero y segundo.

Se hace ahora referencia a la Figura 6 de los dibujos en la que se muestra el aparato de torno 10 desde arriba y en uso con un medio enrollable 50, tal como una cuerda sintética o de fibra, tal como una cuerda BOB (*Braid Optimized for Bending* (Trenza optimizada para doblar)). Como se muestra, el medio enrollable 50 está envuelto varias veces alrededor de cada conjunto de tambor 12, 14 con un extremo exterior 50a que se extiende desde un lado del conjunto 10 de torno, específicamente desde un punto de arranque 52 exterior definido, y un extremo interior 50b que se extiende desde el lado opuesto del conjunto 10 de torno, específicamente desde un punto de arranque 54 interior definido. El extremo exterior 50a del medio enrollable 50 puede extenderse para acoplarse a una carga útil, y el extremo interior 50b puede extenderse hasta una ubicación de almacenamiento.

El medio enrollable 50 sigue una trayectoria helicoidal definida alrededor de cada conjunto de tambor 12, 14 entre los puntos de arranque 52, 54 definidos. La trayectoria helicoidal definida y los puntos de arranque 52, 54 del medio enrollable están establecidos y fijados por la inclinación relativa de cada conjunto de tambor 12, 14. En consecuencia, se elimina el requisito para cualquier disposición fugaz específica, tal como cuchillas o similares.

En uso, el aparato de torno 10 está configurado para aplicar un gradiente de tensión a lo largo de la parte del medio enrollable 50 en contacto con las superficies de contacto de los conjuntos de tambor 12, 14. Específicamente, el aparato 10 crea un gradiente de tensión que reduce la tensión en el medio enrollable desde una elevada tensión  $T_1$  en el extremo exterior 50a hasta una baja tensión  $T_2$  en el extremo interior 50b. Este gradiente de tensión puede ser definido de acuerdo con la ecuación por fricción de un cabrestante definida en lo que antecede, y reseñada de nuevo por comodidad:

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu\theta}$$

en la que:

$T_1$  = tensión exterior

$T_2$  = tensión interior

$\mu$  = coeficiente de fricción entre el medio enrollable y el tambor

$\theta$  = ángulo de contacto con el tambor (por ejemplo, una envoltura son  $2\pi$  radianes)

Este gradiente de tensión puede utilizarse para permitir la apropiada manipulación de una carga útil unida al medio enrollable 50.

Debe señalarse que la inclinación relativa de los conjuntos de tambor 12, 14 es tal que para una sola envoltura del medio enrollable 50, la mitad del medio enrollable está engranada sólo por los elementos de soporte 20 del primer conjunto de tambor 12, y la otra mitad del medio enrollable está engranada sólo por los elementos de soporte 22 del segundo conjunto de tambor 14.

Como se ha indicado anteriormente, cada conjunto de tambor 12, 14 comprende una superficie de contacto discontinua proporcionada por los respectivos elementos de soporte 22, 24 espaciados. En consecuencia, cada elemento de soporte proporciona una contribución discreta al gradiente de tensión total aplicado a través del medio enrollable, como se describirá con referencia a la Figura 7 que muestra una vista en sección transversal de un único elemento de soporte 20. El elemento de soporte 20 incluye una superficie 56 curva definida por un arco circular que se extiende en un ángulo de arco  $\theta_E$  definido por el ángulo central formado por los puntos de extremo 58, 60 de la superficie de arco 56. Debe señalarse que el ángulo de envoltura de la superficie de contacto del tambor definido por los elementos de soporte en cada conjunto de tambor 12, 14 alcanza 360 grados. Esta disposición puede permitir un soporte preferente del medio enrollable 50 sobre las superficies de contacto del tambor colectivo, que puede impedir cualquier retorcimiento o similar del medio enrollable 50 a través de cualquier zona del borde de los elementos de soporte 20, 22. Esta disposición puede permitir también que se permita un soporte preferente del medio enrollable 50, mientras se logra un gradiente de tensión máxima dentro del medio enrollable 50 al maximizar el ángulo de envoltura disponible.

Un medio enrollable 50 en contacto con la superficie curvada 56 tendrá un extremo exterior de elevada tensión T1<sub>E</sub> y un extremo interior de baja tensión T2<sub>E</sub>, siendo el gradiente de tensión determinado por:

$$\frac{T1_E}{T2_E} = e^{\mu\theta_E}$$

5 En consecuencia, el gradiente total de tensión puede ser una función del ángulo  $\theta$  total de envoltura de contacto (como se expresa en la ecuación anterior de fricción de un cabrestante), en donde el ángulo  $\theta$  total de envoltura de contacto es proporcionado por la suma de los ángulos  $\theta_E$  de arco individuales de los elementos de soporte 20, 22. Es decir:

10

$$\theta = \sum \theta_E$$

15 La provisión del gradiente total de tensión en partes discretas individuales sobre los elementos de soporte 20, 22 separados puede permitir un mayor control sobre el gradiente de tensión en el medio enrollable 50. Además, esta disposición puede permitir que se asegure un gradiente de tensión requerido sobre una longitud mínima del medio enrollable 50. Por consiguiente, se puede lograr un destensado de alta resolución mediante la aplicación de muchos pequeños puntos de contacto que proporcionen una proporcionalmente pequeña variación de la tensión diferencial. Así, cambios en la longitud, movimiento relativo, trabajo y similares se reducen al mínimo para mitigar el calor por fricción generado en el medio enrollable 50. La tensión puede, por lo tanto, ser eliminada o añadida en muchos  
20 pequeños pasos lineales controlados con precisión en comparación con una baja cantidad de pasos grandes presentes en los sistemas de la técnica anterior. Esta disposición proporciona un método tipo de funcionamiento del medio enrollable 50 para proporcionar una vida más larga y manipular el medio enrollable 50 en su forma natural sin la aplicación de fuerzas externas excesivas.

25 Se hace ahora referencia a la Figura 8 que muestra una serie de elementos de soporte 20 adyacentes en sección transversal, acoplados con el medio enrollable 50. En esta realización los bordes enfrentados de las superficies en forma de arco de los elementos 20 adyacentes están dispuestos tangencialmente entre sí. Esta disposición permite que el medio enrollable se extienda tangencialmente entre elementos de soporte 20 adyacentes, logrando así el contacto completo con cada superficie 56 individual e impidiendo cualquier retorcimiento o similar desfavorable del medio enrollable a medida que sale de un elemento soporte y llega a un elemento de soporte adyacente.  
30

La Figura 8 ilustra también claramente la disposición de espacios entre los elementos de soporte 20 adyacentes. Esta disposición de espacios proporciona las respectivas superficies de contacto discontinuas del tambor. También, proporcionando las elementos de soporte con espacios entre los mismos permite a los elementos de soporte estar  
35 situados para definir un radio 62 eficaz deseado del tambor, por ejemplo, que sea apropiado para el medio enrollable 50 particular, y al mismo tiempo, proporcionar el ángulo de envoltura total necesario para lograr un gradiente de tensión adecuado mientras se reduce al mínimo el área real de la superficie de contacto. Además, la provisión de espacios entre elementos de soporte puede proporcionar ventajas en términos de refrigeración, drenaje y similares.

40 Con relación de nuevo a la Figura 1, cada conjunto de tambor 12, 14 comprende una disposición 13, 15 de frenado asociada configurada para proporcionar frenado por fricción a los conjuntos de tambor 12, 14. Sin embargo, en realizaciones alternativas, los conjuntos de accionamiento 44 pueden, alternativamente, o adicionalmente, estar configurados para proporcionar el frenado.

45 Un aparato de torno que no forma parte de la invención se describirá ahora con referencia a las Figuras 9, 10 y 11. El aparato de torno, identificado en conjunto por el número de referencia 110, es similar al aparato 10 mostrado en primer lugar en la Figura 1 y, como tal, características similares comparten números de referencia similares, incrementados en 100.

50 Con referencia inicialmente a la Figura 9, el aparato 110 comprende conjuntos de tambor 112, 114 primero y segundo que están montados sobre un bastidor 118 y dispuestos para separarse en una dirección radial, y superponerse en una dirección axial. Cada conjunto de tambor 112, 114 está dispuesto para acoplarse con un medio enrollable 150 para establecer un extremo exterior 150a a una alta tensión T1, y un extremo interior 150b a una baja tensión T2.  
55

Como se muestra en las Figuras 10 y 11, los conjuntos de tambor 112, 114 primero y segundo están montados sobre el bastidor 118 para estar inclinados el uno con respecto al otro. Esta disposición de inclinación relativa permite que el medio enrollable 150 siga una trayectoria helicoidal establecida y predefinida alrededor de cada conjunto de tambor 112, 114, y también para establecer los respectivos puntos de arranque 152, 154 exterior e interior.  
60

Con referencia en particular a la Figura 11, cada conjunto de tambor 112, 114 comprende un conjunto respectivo de elementos de soporte 120, 122 circunferencialmente dispuestos que define espacios entre los mismos, en el que los elementos de soporte 120, 122 definen, colectivamente, superficies de contacto discontinuas del tambor de cada conjunto de tambor 112, 114.

5 Los aparatos 10, 110 pueden ser utilizados en aplicaciones en tierra, por ejemplo, en disposiciones de grúas o similares. Además, los aparatos 10, 110 se pueden usar en entornos marinos, por ejemplo, en embarcaciones en mar abierto, tales como barcos, plataformas petrolíferas o similares. Por ejemplo, los aparatos 10, 110 se pueden utilizar en aplicaciones para desplegar y recuperar cargas útiles hacia y desde el mar.

10 Los aparatos 10, 110 también se pueden usar en combinación con otros equipos adecuados para una utilización apropiada. Un ejemplo de tal combinación de equipo se muestra en la Figura 12, a la que se hace referencia ahora.

15 El ejemplo de disposición de la Figura 12 refleja una aplicación en mar abierto e incluye el aparato de torno 10 mostrado antes en la Figura 1. Además de los aparatos torno 10, la disposición incluye un conjunto 200 para la borda que se utiliza para dirigir apropiadamente un medio enrollable 50 (mostrado en contorno discontinuo) desde una embarcación (no mostrada) hacia el mar. Además, se proporciona un compensador de oscilación vertical 202 que proporciona una compensación dinámica para que el medio enrollable 50 se adapte al movimiento de oscilación vertical de la embarcación asociada. Además, la disposición de la Figura 12 incluye una disposición tensora de pista 204 que está configurada para aplicar un grado de tensión a un lado interior del medio enrollable que se extiende desde el aparato de torno 10. El tensor de pista 204 se puede utilizar para aplicar una tensión interior deseada en el medio enrollable 50 que permita que se adapte una tensión exterior apropiada, por ejemplo. La disposición mostrada en la Figura 12 incluye además una disposición de almacenamiento en forma de una cesta de almacenamiento 206 que permite que el medio enrollable sea almacenado en un estado de tensión cero.

25 La disposición de la Figura 13 refleja también una aplicación para mar abierto y en este ejemplo incluye el aparato de torno 110 mostrado antes en la Figura 9 y que no forma parte de la invención. La disposición mostrada puede incluir los mismos componentes que los de la Figura 13, como el compensador de oscilación vertical 202. Sin embargo, en la presente disposición el extremo interior del medio enrollable 150 es enrollado hacia y desde un tambor 208 de torno, que puede proporcionar almacenamiento para el medio enrollable 150, y también establecer un grado requerido de tensión dentro del extremo interior del medio enrollable.

30 Se debe entender que las realizaciones descritas en el presente documento son simplemente ejemplares y que pueden hacerse en la misma diversas modificaciones sin apartarse del alcance de la presente invención.

35

## REIVINDICACIONES

1. Un aparato de torno (10) que comprende conjuntos de tambor (12, 14) primero y segundo que definen cada uno una superficie de contacto discontinua del tambor para acoplarse a un medio enrollable (50) común, **caracterizado por que** los conjuntos de tambor (12, 14) primero y segundo se engranan entre sí y están dispuestos para rotar alrededor de los respectivos ejes de rotación (24, 26) primero y segundo, que están inclinados el uno con respecto al otro.
2. El aparato de torno (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los ejes de rotación (24, 26) primero y segundo están inclinados el uno con respecto al otro en dos planos de referencia, en el que los dos planos de referencia son opcionalmente perpendiculares entre sí.
3. El aparato de torno (10) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que cada superficie de contacto del tambor está alineada generalmente paralela a un eje de rotación (24, 26) del tambor asociado de manera que las superficies de contacto del tambor de los respectivos conjuntos de tambor (12, 14) primero y segundo también están inclinadas la una con respecto a la otra en la misma medida que los ejes de rotación (24, 26) primero y segundo.
4. El aparato de torno (10) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que los conjuntos de tambor (12, 14) primero y segundo están configurados para acoplarse a una parte intermedia envuelta de un medio enrollable (50), de manera que las partes de extremo del medio enrollable (50) a cada lado de la parte envuelta intermedia se extienden hacia fuera desde el aparato de torno (10) para definir una parte de extremo exterior (50a) y una parte de extremo interior (50b).
5. El aparato de torno (10) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la alineación inclinada relativa de los ejes de rotación (24, 26) primero y segundo de los conjuntos de tambor (12, 14) está dispuesta para permitir que las respectivas superficies de contacto del tambor cooperen para manipular un medio enrollable (50) asociado para seguir una trayectoria helicoidal predefinida.
6. El aparato de torno (10) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el ángulo de inclinación relativa de los ejes de rotación (24, 26) primero y segundo es fijo.
7. El aparato de torno (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el ángulo de inclinación relativa es ajustable.
8. El aparato de torno (10) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el ángulo de inclinación relativa de los ejes de rotación (24, 26) primero y segundo está en la zona de 1 a 3 grados.
9. El aparato de torno (10) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que cada conjunto de tambor (12, 14) comprende una pluralidad de elementos de soporte (20, 22) dispuestos circunferencialmente alrededor de un eje de rotación (24, 26) respectivo de los conjuntos de tambor (12, 14) para definir colectivamente las respectivas superficies de contacto del tambor.
10. El aparato de torno (10) de acuerdo con la reivindicación 9, en el que cada elemento de soporte (20, 22) comprende una superficie de soporte individual (56) dispuesta para definir una parte discreta de una respectiva superficie de contacto del tambor.
11. El aparato de torno (10) de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la superficie de soporte individual (56) de uno o más elementos de soporte (20, 22) define una forma de arco, y en el que opcionalmente los bordes (58, 60) enfrentados de las superficies en forma de arco adyacentes están dispuestos tangencialmente entre sí.
12. El aparato de torno (10) de acuerdo con las reivindicaciones 10 u 11, en el que los elementos de soporte (20, 22) están dispuestos el uno con respecto al otro para crear una superficie de contacto discontinua del tambor, con elementos de soporte (20, 22) adyacentes separados entre sí para definir un espacio entre ellos.
13. El aparato de torno (10) de acuerdo con la reivindicación 12, en el que los elementos de soporte (20, 22) de cada conjunto de tambor (12, 14) se intercalan entre sí de manera que los elementos de soporte (20, 22) de un conjunto de tambor (12, 14) están situados en los espacios entre los elementos de soporte (20, 22) en el otro conjunto de tambor (12, 14).
14. El aparato de torno (10) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la superficie de una o ambas de las superficies de contacto del tambor está configurada de manera que el coeficiente de fricción entre las superficies respectivas y un medio enrollable (50) es menor que el coeficiente de fricción entre los componentes individuales del medio enrollable (50).

15. Un método de establecer un gradiente de tensión dentro de un medio enrollable (50), que comprende:

- 5 proporcionar conjuntos de tambor (12, 14) primero y segundo que definen cada uno, una superficie de contacto discontinua del tambor, en donde los conjuntos de tambor (12, 14) primero y segundo se engranan entre sí;  
enrollar una parte del medio enrollable (50) alrededor de la superficie de contacto de ambos conjuntos de tambor (12, 14) primero y segundo; y  
rotar ambos conjuntos de tambor (12, 14) primero y segundo alrededor de los respectivos ejes de rotación (24, 26) primero y segundo que están inclinados el uno con respecto al otro.

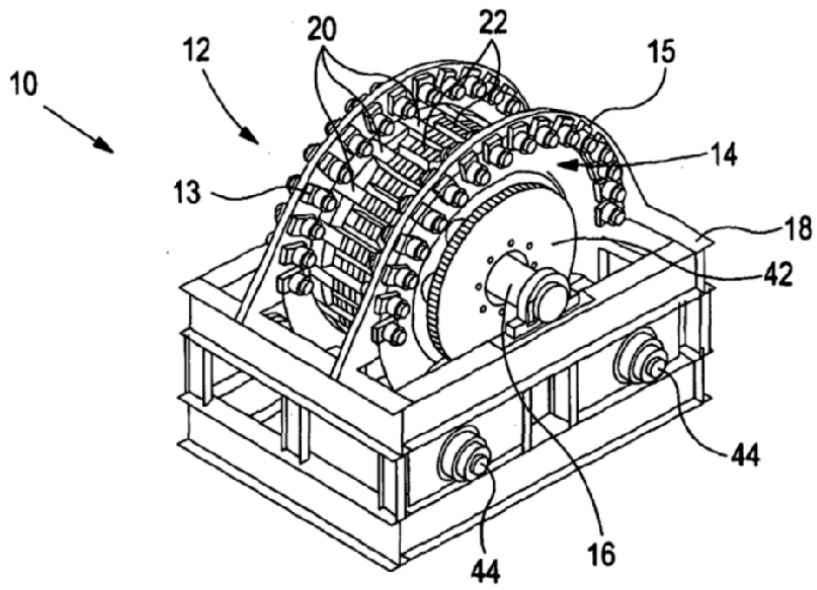


FIG. 1

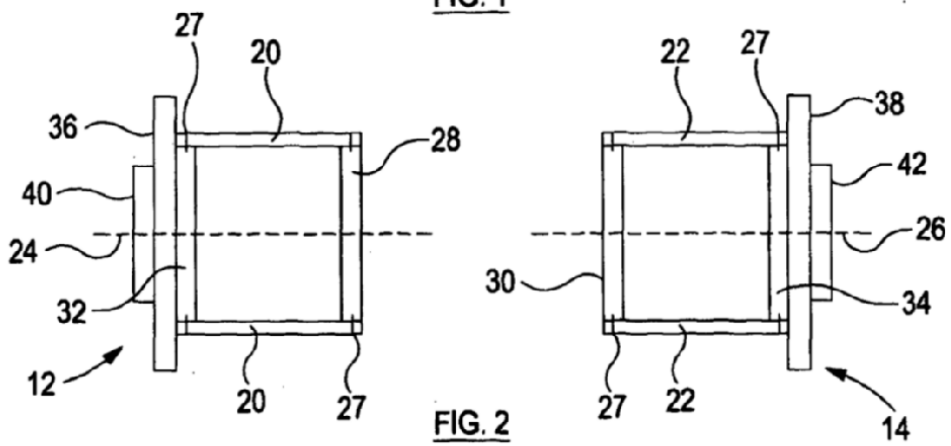


FIG. 2

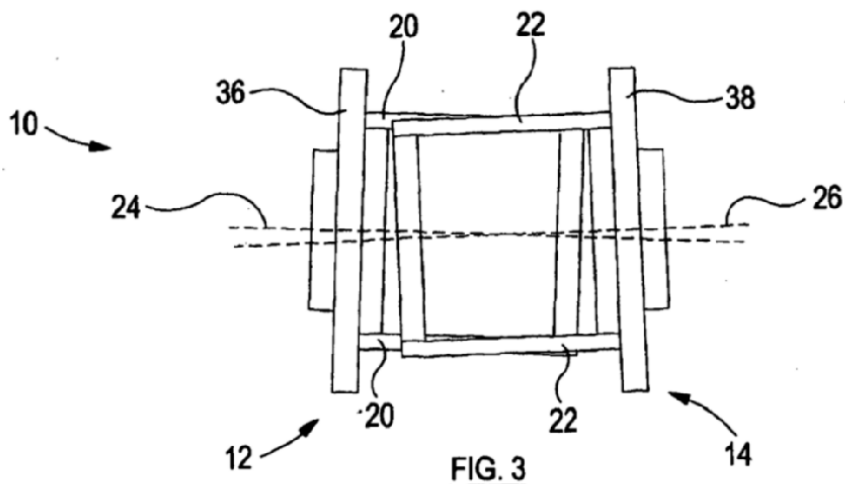


FIG. 3

