

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 773 153**

51 Int. Cl.:

B65H 59/04 (2006.01)

B65H 59/36 (2006.01)

B29C 70/38 (2006.01)

B29C 70/56 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.10.2016 PCT/US2016/056408**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.04.2017 WO17066178**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.10.2016 E 16856030 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2019 EP 3362391**

54 Título: **Sistema de tensado pasivo para controlar el desenrollado de un material compuesto**

30 Prioridad:

13.10.2015 US 201514881480

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

09.07.2020

73 Titular/es:

**FIVES MACHINING SYSTEMS, INC. (100.0%)
142 Doty Street
Fond du Lac WI 54935, US**

72 Inventor/es:

**BROCKMAN, JOHN y
VANIGLIA, MILO**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 773 153 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

Sistema de tensado pasivo para controlar el desenrollado de un material compuesto

5 **Campo**

El dispositivo se refiere a un sistema para controlar pasivamente la tensión de la estopa a medida que se desenrolla de una fileta a un cabezal de colocación de compuesto.

10 **Antecedentes**

Es necesario controlar la tensión del material de estopa a medida que se desenrolla de una fileta a un cabezal de colocación de compuesto. Un sistema de tensado es activo si puede proporcionar tensión de retroceso y tiene la capacidad de invertir la dirección de desenrollado de la estopa. Los sistemas de tensado activo de la técnica anterior usan sensores servoelectrónicos bidireccionales que tienen un servomotor para cada pista de estopa para suministrar tensión de retroceso y la capacidad de invertir la estopa si es necesario para eliminar la holgura durante los movimientos de la máquina que disminuyen la distancia entre el cabezal y la fileta. Los sensores servo añaden coste y complejidad al mecanismo de manejo de estopa. Un sistema de tensado es pasivo si solo puede proporcionar tensión de retroceso y no tiene la capacidad de invertir la dirección de desenrollado de la estopa. Para la construcción de cajas de motores de embarcaciones y cohetes presurizadas, se usan ampliamente sistemas de tensado pasivos simples para aplicaciones de máquinas de bobinado de filamentos. El bobinado de filamentos es un proceso continuo de extracción de una banda de fibra tensada de una pluralidad de bobinas en una fileta. Las máquinas de bobinado de filamentos envuelven una banda de fibra de resina húmeda o una banda de fibra preimpregnada en un cuerpo de rotación liso que solo tiene superficies convexas para que no se produzca el puenteo de fibras. Tales sistemas de tensado pueden usar un resorte simple en un brazo loco y un mecanismo de frenado en la bobina. Los sensores de bobinado de filamentos proporcionan niveles de tensión de varios kilos (libras) de fuerza o más, ya que las formas a bobinar generalmente son simétricas y están firmemente envueltas de manera continua sin interrupción. Con los altos niveles de tensión, los efectos de las cargas inerciales de la bobina son un componente manejable para el diseño de resorte pasivo. No se requiere que los sensores basados en resortes para bobinas de material del tamaño de bobinado de filamentos operen a un nivel de tensión de menos de varios kilos (libras) de fuerza.

En el proceso de colocación de fibras, es necesario colocar bandas de fibra preimpregnada de manera discontinua en herramientas de colocación que tienen áreas cóncavas y perímetros de forma de red cercanos. El proceso de colocación de fibras requiere frecuentes inicios y paradas de la aplicación de banda de fibra. Debido a estos requisitos, es necesario que los sensores de colocación de fibras puedan proporcionar tensiones bajas en la magnitud de menos de 0,45 kg (1 libra) y con una tolerancia de 0,11 kg (cuarto de libra). Esto es necesario para que la banda de fibra no se puentee (se estire a través de los valles) ya que está laminada por un rodillo de compactación en áreas cóncavas de la superficie de la herramienta. Con las bajas tensiones usadas en el proceso de colocación de fibras, no es posible controlar las unidades pasivas lo suficiente como para amortiguar los cambios rápidos de aceleración y desaceleración de la estopa y las cargas inerciales de la bobina resultantes con una resolución suficientemente fina para el proceso de colocación de fibras. La cantidad de amortiguación de picos de tensión de los rodillos locos cargados por resorte en los sensores pasivos no es adecuada para el proceso de colocación de fibras. Los sistemas de tensado pasivo de la técnica anterior no pueden adaptarse a los diámetros de bobina cambiantes y a las aceleraciones y desaceleraciones cambiantes necesarias para alimentar la estopa y detener la estopa durante las operaciones de colocación de fibras. Cuando las bobinas y los sensores de material se integran en el cabezal, se hace necesario que el tensor y el movimiento de su rodillo loco sean inmunes a los vectores de gravedad cambiantes a medida que el cabezal cambia su posición en la zona de operación. Los sensores mecánicos basados en resortes de la técnica anterior se ven afectados por la orientación operativa. Esto puede dar lugar a variaciones de tensión de las cargas de gravedad que afectan la respuesta de fuerza de resorte del rodillo loco.

El documento US 2014/0238612 A1 divulga un sistema de tensado pasivo para material compuesto de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. El sistema de tensado pasivo mide el movimiento de aceleración y desaceleración de un rodillo loco y ajusta la fuerza sobre un freno mecánico en consecuencia. El rodillo loco está montado en una corredera lineal. El movimiento del rodillo loco se detecta y se usa para ajustar la fuerza sobre el freno mecánico. El freno mecánico está montado en husos de bobina de suministro para controlar la tensión del material compuesto.

El documento JP 06-000611 B2 divulga un método para controlar la tensión aplicada a un material de tejido. La tensión del material de tejido se controla mediante un cilindro de aire y un freno de aire.

El documento EP 0 950 629 A2 divulga un aparato para desbobinar un material de alambre a tensión constante.

65 **Sumario**

Un sistema de tensado para material compuesto entregado desde una fileta para el laminado de material compuesto es pasivo, ya que solo puede proporcionar tensión de retroceso y no tiene la capacidad de invertir la dirección de alimentación de la estopa. El sistema pasivo descrito en la reivindicación independiente 1 usa un freno de arrastre controlado dinámicamente en el árbol de la bobina de material, y un rodillo loco montado en una corredera lineal controlada dinámicamente. Un sistema de control puede variar de manera continua la fuerza ejercida tanto en el freno como en la corredera del rodillo loco. El árbol de la bobina de material tiene un codificador montado en el mismo para proporcionar control de retroalimentación de posición angular para la bobina, y la corredera del rodillo loco tiene un dispositivo de retroalimentación de posición lineal para medir su posición. El dispositivo usa dispositivos de salida de fuerza con base neumática. Las señales de retroalimentación son interpretadas por un controlador para enviar señales de control a reguladores electroneumáticos que varían la fuerza de presión sobre un freno de arrastre y sobre cilindros de deslizamiento lineal.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista lateral de una fileta que muestra las bobinas de material compuesto, los rodillos locos y los rodillos de entrelazado montados en las paredes exteriores de la fileta, y un cabezal de colocación de compuesto montado en la parte inferior de la fileta.

La figura 2 es una vista detallada de una de las paredes de la fileta mostrada en la figura 1 que muestra la trayectoria de desenrollado del material compuesto desde las bobinas.

La figura 3 muestra el lado opuesto de la pared de la fileta de la figura 2.

La figura 4 es una vista detallada de la sección 4 de los mecanismos de tensado mostrados en la figura 3.

La figura 5 es un diagrama de bloques del sistema de control para el sistema de tensado.

Descripción de la realización preferente

Volviendo ahora a la figura 1, una fileta con un cabezal montado sobre la misma se designa generalmente con el número de referencia 10. La fileta 11 tiene una forma generalmente rectangular y tiene paredes laterales 12-14 generalmente rectangulares (solo se muestran 3 paredes) que proporcionan soporte para una serie de bobinas 15 de material compuesto o estopa 18. Un cabezal de colocación de compuesto 16 está unido al fondo o pared inferior 17 de la fileta, y se proporciona un rodillo de compactación o zapata 20 en la parte inferior del cabezal 16 para presionar el material compuesto 18 sobre una superficie de aplicación 22. El cabezal de colocación de compuesto 16 tiene una línea central de cabezal 19 que atraviesa el centro de la fileta 11 y el rodillo de compactación o zapata 20. La fileta 11 puede estar unida al extremo de un mecanismo de posicionamiento 23 que maniobra el cabezal 16 y el rodillo de compactación 20 en diversas posiciones y ubicaciones para que el material compuesto pueda aplicarse en una ubicación y patrón deseados en la superficie de aplicación 22. Como se utiliza en el presente documento, el término material compuesto se usa para designar fibra impregnada de resina, estopa, cinta para hendiduras, materiales preimpregnados y otros materiales similares, todos bien conocidos por los expertos en la materia y cuyos términos se usan indistintamente en esta solicitud.

Como se muestra en la figura 2, la pared exterior 12 de la fileta 11 soporta cuatro husos 26, cada uno de los cuales soporta una bobina 15 de material compuesto. Adyacente a cada huso 26 hay un rodillo de recogida de entrelazado 27 y un rodillo loco 30. El rodillo de recogida de entrelazado 27 bobina la tira del separador de papel de la bobina 15 de material compuesto 18 para su eliminación final. El rodillo loco 30 está montado en una ménsula de soporte 33 de rodillo loco (que se ve mejor en la figura 4) para el movimiento deslizante en una corredera lineal o camino 32. Cada rodillo loco 30 tiene una longitud axial aproximadamente igual a la longitud axial de la bobina 15 adyacente de material compuesto 18 para permitir un desbobinado helicoidal del material 18 de la bobina 15 sin que el rodillo loco 30 cree cargas laterales sobre el material.

La figura 2 muestra la trayectoria del material compuesto 18 desde la bobina 15 hasta el rodillo de recogida de entrelazado 27, luego alrededor del rodillo de recogida de entrelazado 27 hasta el rodillo loco 30, y alrededor del rodillo loco 30 hasta un rodillo de borde 35 que dirige el material compuesto 18 al cabezal 16. Cada lado de los tres lados adyacentes restantes de la fileta 11 puede tener una pared exterior similar con un patrón similar de husos 26 y rodillos locos 30, o las paredes exteriores de la fileta 11 pueden tener diferentes números de husos y rodillos locos, o pueden tener un patrón diferente de husos y rodillos locos dependiendo de los requisitos de embalaje y de rendimiento.

La figura 3 muestra la superficie posterior 36 de la pared exterior 12 de la fileta de la figura 2, y la figura 4 es una vista detallada de uno de los mecanismos de tensado mostrados en la figura 3. El árbol 37 de cada uno de los husos 26 en la parte delantera de la pared exterior 12 se extiende a través de la pared 12 y tiene un rotor de freno 38 unido a él. Uno o más cilindros de freno de arrastre 42, cada uno con una pastilla de freno (no mostrada), están acoplados a la pared 36 cerca de la superficie del rotor de freno 38. Si se usan dos cilindros de freno de arrastre 42, se pueden acoplar a la pared 36 en lados opuestos del rotor de freno 38 en una posición de imagen especular uno con respecto al otro. Los cilindros de freno de arrastre 42 están acoplados mediante una línea de control de freno de arrastre 45 a un sistema de control 46. Los cilindros de freno de arrastre 42 pueden accionarse de forma eléctrica, hidráulica o neumática. En la realización preferente, se usaron frenos neumáticos. Un freno de bloqueo 48 que tiene un mecanismo de freno que se engancha a uno o a ambos lados del rotor de freno 38 puede estar unido a la pared 36.

El freno de bloqueo 48 puede tener una línea de control de freno de bloqueo 49 que está acoplada al sistema de control 46. El freno de bloqueo 48 pueden accionarse de forma eléctrica, hidráulica o neumática. En la realización preferente, se usó un freno neumático. Un codificador rotatorio 50 puede estar unido al extremo del árbol 37 desde el huso 26, y las señales de salida del codificador rotatorio 50 pueden estar acopladas mediante un cable de codificador 51 al sistema de control 46.

Se puede proporcionar un cilindro de rodillo loco 54 para cada uno de los rodillos locos 30 en la parte delantera de la pared exterior 12. El cilindro de rodillo loco 54 puede estar acoplado al sistema de control 46 mediante una línea de cilindro de rodillo loco 56. Cada cilindro de rodillo loco 54 puede tener una varilla de cilindro 57 conectada a un pistón 58 dentro del cilindro 54. La varilla de cilindro 57 puede estar acoplada a la ménsula de soporte 33 del rodillo loco que se extiende a través de la corredera lineal o camino 32 en la pared de la fileta y puede estar acoplada a un rodillo loco 30 en la parte delantera de la pared exterior 12. Cada ménsula de soporte 33 de rodillo loco puede estar acoplada a una biela 59 que está acoplada a una corredera de entrada 61 en un sensor de retroalimentación de posición lineal tal como un transformador diferencial de variación lineal (LVDT) 62 que está montado en la superficie 36. El LVDT 62 puede generar señales que representan el movimiento del cilindro de rodillo loco 30, y envía las señales a través de un cable de LVDT 63 al sistema de control 46. Los cilindros de rodillo loco 30 pueden accionarse de forma eléctrica, hidráulica o neumática. En la realización preferente, se usó un cilindro neumático.

La figura 5 es un diagrama de bloques del sistema de control 46 para el sistema de tensado pasivo descrito en conexión con las figuras 1-4. El sistema de colocación de compuesto usa un control CNC 68 que determina el movimiento del cabezal 16 en relación con la superficie de aplicación 22 y la colocación del material compuesto en la superficie de aplicación 22 mediante el cabezal 16. Un operario puede establecer un valor para la tensión del material compuesto mediante un control de punto de ajuste de tensión 65 contenido en el control CNC 68. Luego, el software de control de tensión 67 procesa el punto de ajuste de tensión, y el software de control de tensión 67 actúa junto con el control CNC 68 para medir el desenrollado del material compuesto 15 desde el cabezal 16. El software de control de tensión 67 acopla comandos a un dispositivo de entrada/salida 66 tal como un sistema industrial 10. El dispositivo de entrada/salida 66 genera una señal de salida analógica 70 de presión de freno de arrastre que está acoplada a un regulador electroneumático de freno de arrastre 72. El regulador 72 está acoplado a los cilindros de freno de arrastre 42 que actúan sobre el rotor 38 que está acoplado a la bobina 15 de material. La rotación de la bobina 15 de material es detectada por el codificador 50 que genera una entrada de codificador 51 que está acoplada al dispositivo de entrada/salida 66.

El dispositivo de entrada/salida 66 también genera una señal de salida analógica 75 de presión de brazo loco que está acoplada a un regulador electroneumático de brazo loco 76 cuya salida está acoplada al cilindro de rodillo loco 54. Cambiar la presión en el cilindro de rodillo loco 54 cambia las características de respuesta del rodillo loco 30. La posición del rodillo loco 30 es detectada por el cilindro de retroalimentación de posición lineal 62. El cilindro de retroalimentación de posición lineal 62 genera una señal que está acoplada mediante el cable de LVDT 63 al dispositivo de salida 66.

En operación, el sistema tensor se ajusta dinámicamente a las operaciones específicas que realiza el sistema de colocación de compuesto. La fuerza del rodillo loco 30 se ajusta mediante el regulador electroneumático 76 y el cilindro de rodillo loco 54, de modo que el rodillo loco 30 actúa como un resorte ajustable. El cilindro de rodillo loco 54 puede ser un cilindro de doble efecto que puede tener una presión de retroceso constante en el extremo que lleva la varilla 57 del cilindro y una presión ajustable en el extremo que está acoplado al cable 56 del cilindro de rodillo loco para producir un movimiento de fuerza de resorte suave y variable. Pueden usarse otros diseños de cilindros. El aumento de la presión en el cilindro de rodillo loco 54 aumenta la fuerza necesaria para presionar el rodillo loco 30 desde la parte superior de su recorrido en la corredera lineal o camino 32 hacia la parte inferior. La fuerza de los frenos de arrastre 42 sobre el rotor de freno 38 y la fuerza de resorte sobre el rodillo loco 30 varían con la señal del control de punto de ajuste de tensión 65 que el operario puede establecer en el sistema de control 68. El control de punto de ajuste de tensión generalmente se establece para que la tensión en la estopa sea inferior a 0,45 kg (una libra). Las señales del codificador rotatorio 50 pueden usarse para determinar el diámetro del material compuesto en la bobina 15, la inercia de la bobina 15, la velocidad de rotación de la bobina 15 y la aceleración de la bobina 15. Usando estos datos, el software de control de tensión 67 puede ajustar dinámicamente la fuerza de resorte del rodillo loco en función del diámetro de la bobina 15, de la inercia de la bobina 15 y de la aceleración de la bobina 15. La fuerza de los frenos de arrastre 42 sobre la bobina se ajusta dinámicamente en función del diámetro de la bobina 15, de la inercia de la bobina 15 y de la velocidad y de la aceleración de la bobina 15.

El tensor se usa en un sistema de colocación de compuesto durante el tiempo en que el material compuesto en la bobina 15 se descarga y se aplica a una superficie 22. Al final de una trayectoria de distribución, la alimentación del material 18 al cabezal 16 puede detenerse abruptamente para que el material 18 pueda cortarse según sea necesario. Estas operaciones pueden realizarse lo más rápido posible, lo que da lugar a altas aceleraciones y desaceleraciones de la bobina. El control CNC 68 comanda cuándo deben ocurrir estas operaciones. Durante estos sucesos, el tiempo y la cantidad de fuerza sobre los frenos de arrastre 42, y el tiempo y la cantidad de fuerza ejercida por el cilindro neumático 54 sobre el rodillo loco 30 pueden ajustarse instantáneamente en tiempo real.

En la preparación para una operación de desenrollado de material, el rodillo loco 30 se empuja hacia la parte

superior de la corredera lineal 32 antes de que se produzca el desenrollado del material compuesto. Esto permite que el rodillo loco 30 tenga el máximo intervalo de recorrido a medida que la estopa 18 se descarga a alta velocidad. Cuando se envía un comando de alimentación de estopa desde el controlador 68, el rodillo loco 30 se desplaza hacia la parte inferior de la corredera lineal 32 a medida que la estopa 18 se descarga de una bobina 15 de material para absorber una parte de la fuerza de aceleración de la bobina 15 de material. Esto reduce la tensión en la estopa 18 durante la operación de alimentación, lo que ayuda a mantener la precisión de la tensión del conjunto de la estopa y la precisión de la posición de distribución de la estopa. El control del rodillo loco 30 por el cilindro neumático 54 permite que el sistema de control optimice el movimiento del rodillo loco para ayudar a controlar la tensión en la estopa 18 durante las diversas operaciones. El control del rodillo loco 30 con el cilindro neumático de rodillo loco 54 permite que la constante del resorte del rodillo loco 30 cambie según sea necesario para compensar diversos eventos dinámicos, como un rollo de material de diferente tamaño, o un punto de ajuste de tensión diferente, o una aceleración o desaceleración extremadamente altas. La constante del resorte del cilindro neumático 54 también se puede variar en función de la posición del rodillo loco 30.

15 Durante una operación de corte, el suministro de estopa 18 desde la bobina 15 debe detenerse repentinamente. Los frenos de arrastre 42 se aprietan contra el rotor de freno 38 para detener la bobina 15 rápidamente para impedir que la estopa se desbobine. Adicionalmente, la presión en el cilindro de rodillo loco 54 se altera para amortiguar el movimiento de detención del sistema.

20 La fileta 11 puede montarse en el efector final 23 de una máquina de colocación de compuesto. A medida que el efector final 23 se maniobra en tres direcciones bajo el control del control CNC 68, la fileta 11 se inclina. La inclinación de la fileta 11 reposiciona el vector de gravedad en relación con la línea central 19 del cabezal, y la fuerza efectiva debida al peso de componente del rodillo loco 30 cambia y puede programarse en el control CNC 68. La presión en el cilindro de rodillo loco 54 puede cambiarse en consecuencia para compensar el cambio de fuerza del vector de gravedad visto por el rodillo loco 30 debido al reposicionamiento del rodillo loco 30 en relación con la gravedad.

30 El codificador 50 está montado en el árbol 37 de la bobina de material para detectar el cambio de posición angular de la bobina 15 en respuesta a un comando de desenrollado para calcular el diámetro de la bobina 50 en tiempo real. El diámetro en tiempo real de la bobina 50 se usa para ajustar la fuerza de los frenos de arrastre 42 sobre el rotor de freno 38 y la fuerza efectiva del resorte sobre el rodillo loco 30 para controlar la tensión en la estopa 18 de manera más efectiva.

35 El freno de bloqueo 48 se proporciona para bloquear el rotor de freno 38 y, por lo tanto, la bobina 15 contra la rotación durante ciertos modos de máquina, tales como el mantenimiento del cabezal, el cambio del cabezal o el cambio de la bobina.

El tensor pasivo descrito anteriormente proporciona las siguientes ventajas:

- 40 1. La eliminación de los costosos motores tensores servo bidireccionales que controlan la tensión.
2. La capacidad para funcionar en todas las orientaciones.
3. La capacidad de estar firmemente empaquetado en un cabezal que incluye una fileta.
4. La capacidad de funcionar a bajas tensiones de punto de ajuste de menos de 0,23 kg (media libra).
- 45 5. La capacidad de separar los efectos de las cargas de inercia de la bobina de cambiar el control de baja tensión de la estopa.

50 Si las bobinas y el tensor pasivo descritos anteriormente residen en una fileta separada del cabezal, y el cabezal se mueve hacia y lejos de la fileta, generando holgura de fibra, se puede usar un festón de fibra para quitar la holgura. Un festón de fibra permitirá la eliminación de la holgura en tiempo real durante el movimiento de la máquina para compensar la incapacidad del tensor pasivo de retroceder para eliminar la holgura de la fibra. Aunque el dispositivo descrito usa dispositivos de salida de fuerza con base neumática, los expertos en la materia entenderán que pueden usarse dispositivos de salida de fuerza eléctricos.

55 Habiendo descrito el dispositivo de esta manera, a los expertos en la materia se les ocurrirán diversas modificaciones y alteraciones, modificaciones y alteraciones que están destinadas a estar dentro del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de tensado pasivo para material compuesto (18) dispensado por una máquina de colocación de compuesto en el que el material en una bobina (15) montada en un árbol de bobina (37) se extrae sobre un rodillo loco (30) y se aplica a una superficie (22), comprendiendo el sistema de tensado pasivo:
- el árbol de bobina (37);
 - un freno de arrastre (42) en el árbol de bobina (37);
 - un control de freno de arrastre (72) para el freno de arrastre (42);
 - el rodillo loco (30) montado en una corredera lineal (32) que tiene una fuerza de resorte;
- caracterizado por**
- un control (76) para variar la fuerza de la corredera lineal (32);
 - un cilindro neumático (54) acoplado a la corredera lineal (32) para ajustar la fuerza de resorte del rodillo loco variando una presión en el cilindro neumático (54) de tal manera que el rodillo loco (30) actúa como un resorte ajustable; y,
 - un sistema de control (46) para variar de manera continua el control de freno de arrastre (72) y el control de corredera (76) para controlar la tensión del material compuesto (18) en función de las características operativas instantáneas de la máquina de colocación de compuesto;
- en donde el rodillo loco (30) puede ser empujado hacia la parte superior de la corredera lineal (32) antes de que se produzca la dispensación de material compuesto (18), por lo que el rodillo loco (30) tiene un intervalo máximo de recorrido en la corredera lineal (32) a medida que el material compuesto (18) se desenrolla; y, en donde se puede cambiar la presión en el cilindro neumático (54) para compensar un cambio de fuerza del vector de gravedad visto por el rodillo loco (30) debido al reposicionamiento del rodillo loco (30) en relación con la gravedad, por lo que el sistema de tensado pasivo puede funcionar en todas las orientaciones.
2. El sistema de tensado pasivo de la reivindicación 1 que comprende además un dispositivo de retroalimentación de posición lineal (62) para la corredera lineal adaptado para variar la fuerza de deslizamiento de la corredera lineal (32) de acuerdo con una posición de la corredera lineal (32).
3. El sistema de tensado pasivo de la reivindicación 1 que comprende además un codificador (50) montado en el árbol de bobina (37) adaptado para proporcionar retroalimentación de posición angular para la bobina (15) y para variar el control de freno de arrastre (72) de acuerdo con el cambio en la posición angular de la bobina (15).
4. El sistema de tensado pasivo de la reivindicación 1 que comprende además un cilindro de doble efecto que comprende el cilindro neumático (54).
5. El sistema de tensado pasivo de la reivindicación 1 que comprende además un dispositivo de retroalimentación de posición lineal (62) para el rodillo loco (30), adaptado para variar la fuerza de resorte del rodillo loco de acuerdo con la posición lineal del rodillo loco (30).
6. El sistema de tensado pasivo de la reivindicación 1 que comprende además un control de punto de ajuste de tensión (65) para el sistema de control (46), adaptado para establecer la tensión en el material compuesto (18) a un valor específico y para aplicar una fuerza de frenado, mediante el freno de arrastre (42), y para variar la fuerza de resorte en el rodillo loco (30) de acuerdo con el control de punto de ajuste de tensión (65).
7. El sistema de tensado pasivo de la reivindicación 1 que comprende además un sistema de medición del diámetro de la bobina (50), adaptado para medir el diámetro de la bobina (15) a medida que el material compuesto (18) se descarga de la bobina (15) y para ajustar dinámicamente la fuerza del freno de arrastre en función del diámetro de la bobina (15).
8. El sistema de tensado pasivo de la reivindicación 1 que comprende además un codificador rotatorio (50), acoplado al árbol de bobina (37) y que tiene una señal de salida del codificador, la señal de salida del codificador acoplada al sistema de control (46), adaptada para medir la aceleración de la bobina (15) y la inercia de la bobina (15), y para ajustar dinámicamente la fuerza del freno de arrastre en función de la aceleración de la bobina (15) y de la inercia de la bobina (15).
9. El sistema de tensado pasivo de la reivindicación 8 en el que el sistema de control (46) puede medir la velocidad de rotación de la bobina (15), por lo que la fuerza de frenado aplicada por el freno de arrastre (42) en el árbol de bobina (37) es ajustable en función de la velocidad de rotación de la bobina (15).
10. El sistema de tensado pasivo de la reivindicación 1 en el que la fuerza de resorte del rodillo loco es ajustable dinámicamente en función de la posición de la corredera lineal (32) del rodillo loco.
11. El sistema de tensado pasivo de la reivindicación 1 en el que la fuerza de resorte del rodillo loco es ajustable dinámicamente en función de la inercia de la bobina (15).

ES 2 773 153 T3

12. El sistema de tensado pasivo de la reivindicación 1 en el que la fuerza de resorte del rodillo loco es ajustable dinámicamente en función de la aceleración de la bobina (15).
- 5 13. El sistema de tensado pasivo de la reivindicación 1 en el que la bobina (15) tiene un diámetro y el freno de arrastre (42) en la bobina (15) es ajustable dinámicamente en función del diámetro de la bobina (15).
14. El sistema de tensado pasivo de la reivindicación 1 en el que la bobina (15) tiene una inercia y el freno de arrastre (42) en la bobina (15) es ajustable dinámicamente en función de la inercia de la bobina (15).
- 10 15. El sistema de tensado pasivo de la reivindicación 1 en el que la bobina (15) tiene una velocidad de rotación y el freno de arrastre (42) en la bobina (15) es ajustable dinámicamente en función de la velocidad de la bobina (15).
- 15 16. El sistema de tensado pasivo de la reivindicación 1 en el que la bobina (15) tiene una aceleración y el freno de arrastre (42) en la bobina (15) es ajustable dinámicamente en función de la aceleración de la bobina (15).
17. El sistema de tensado pasivo de la reivindicación 6 en el que el control de punto de ajuste de tensión (65) puede establecerse a menos de 0,45 kg (una libra).
- 20 18. El sistema de tensado pasivo de la reivindicación 6 en el que el control de punto de ajuste de tensión (65) puede establecerse a menos de 0,23 kg (media libra).

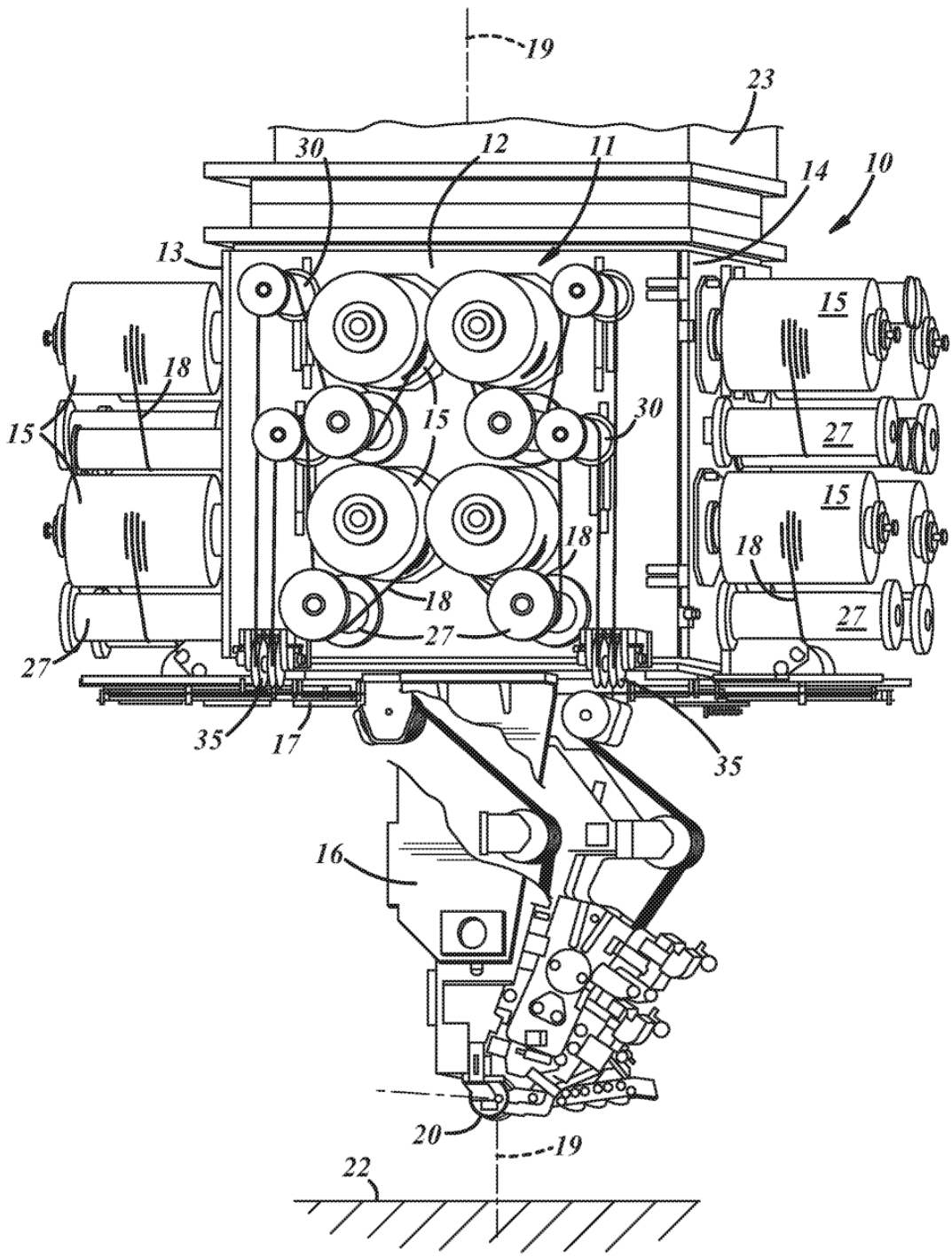


FIG. 1

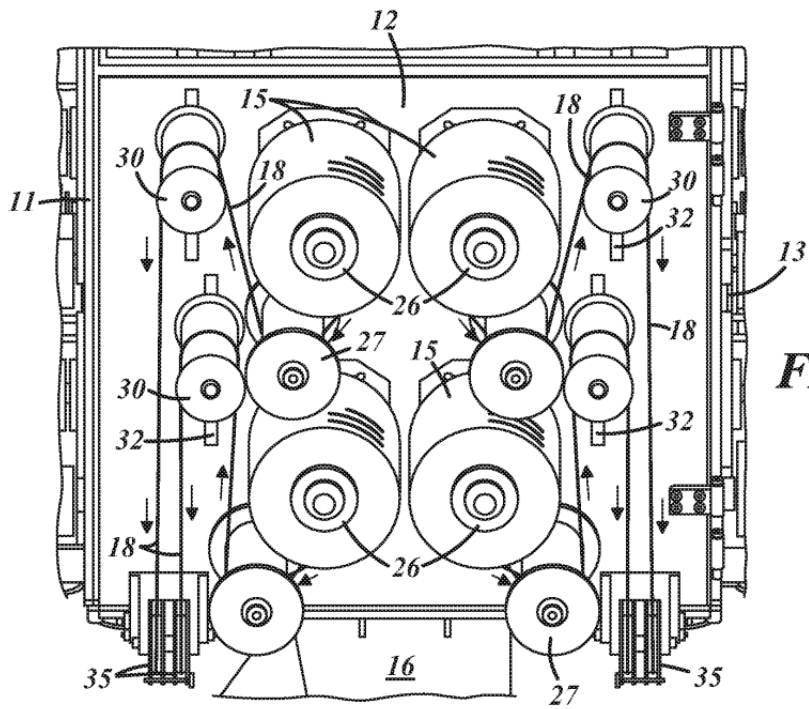


FIG. 2

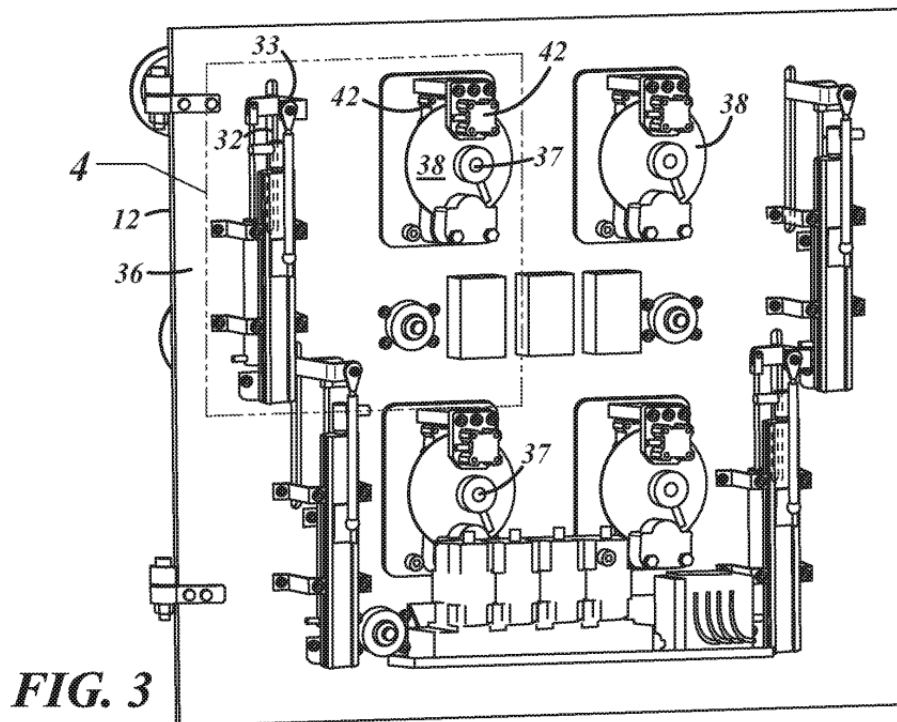


FIG. 3

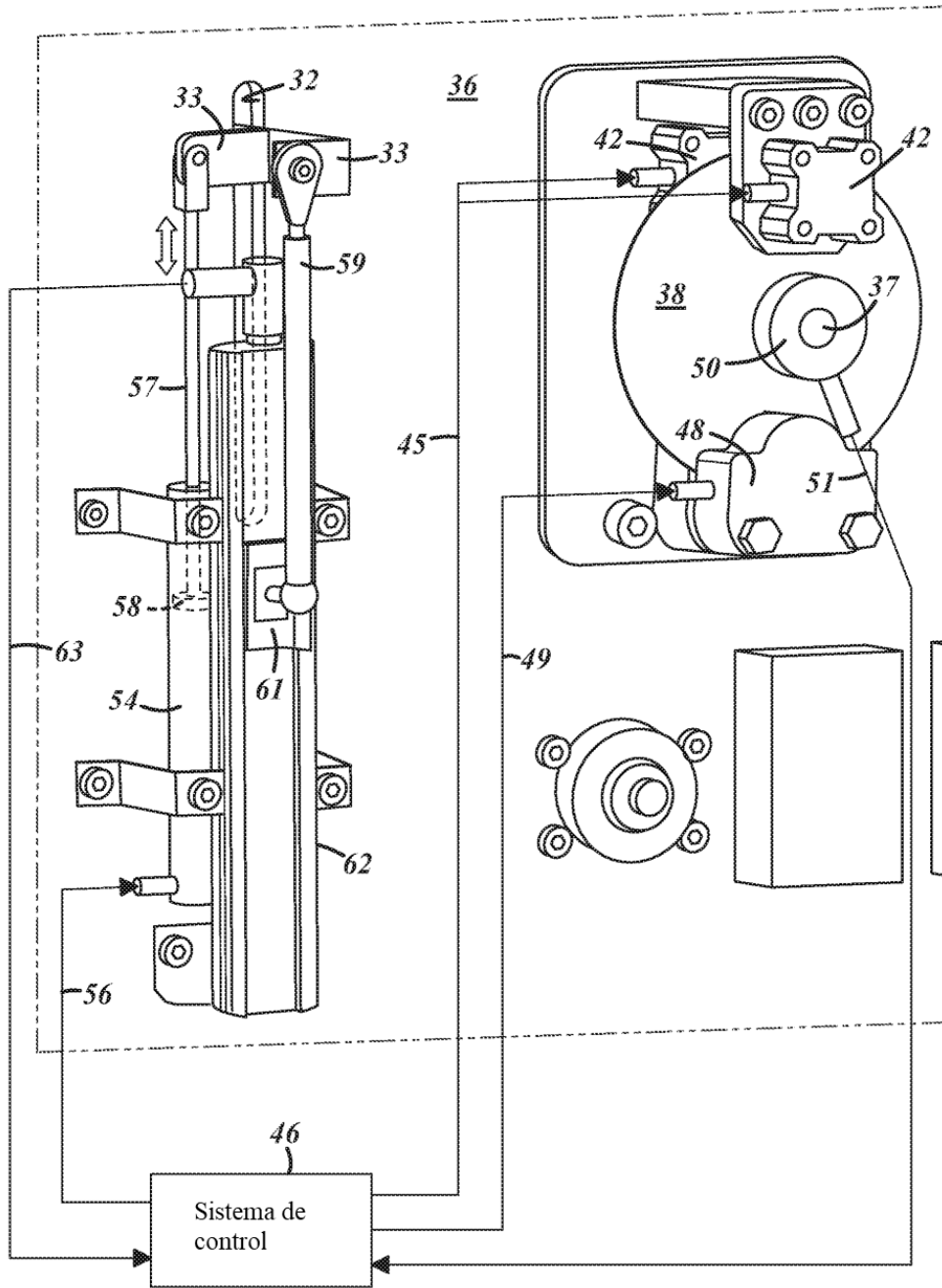


FIG. 4

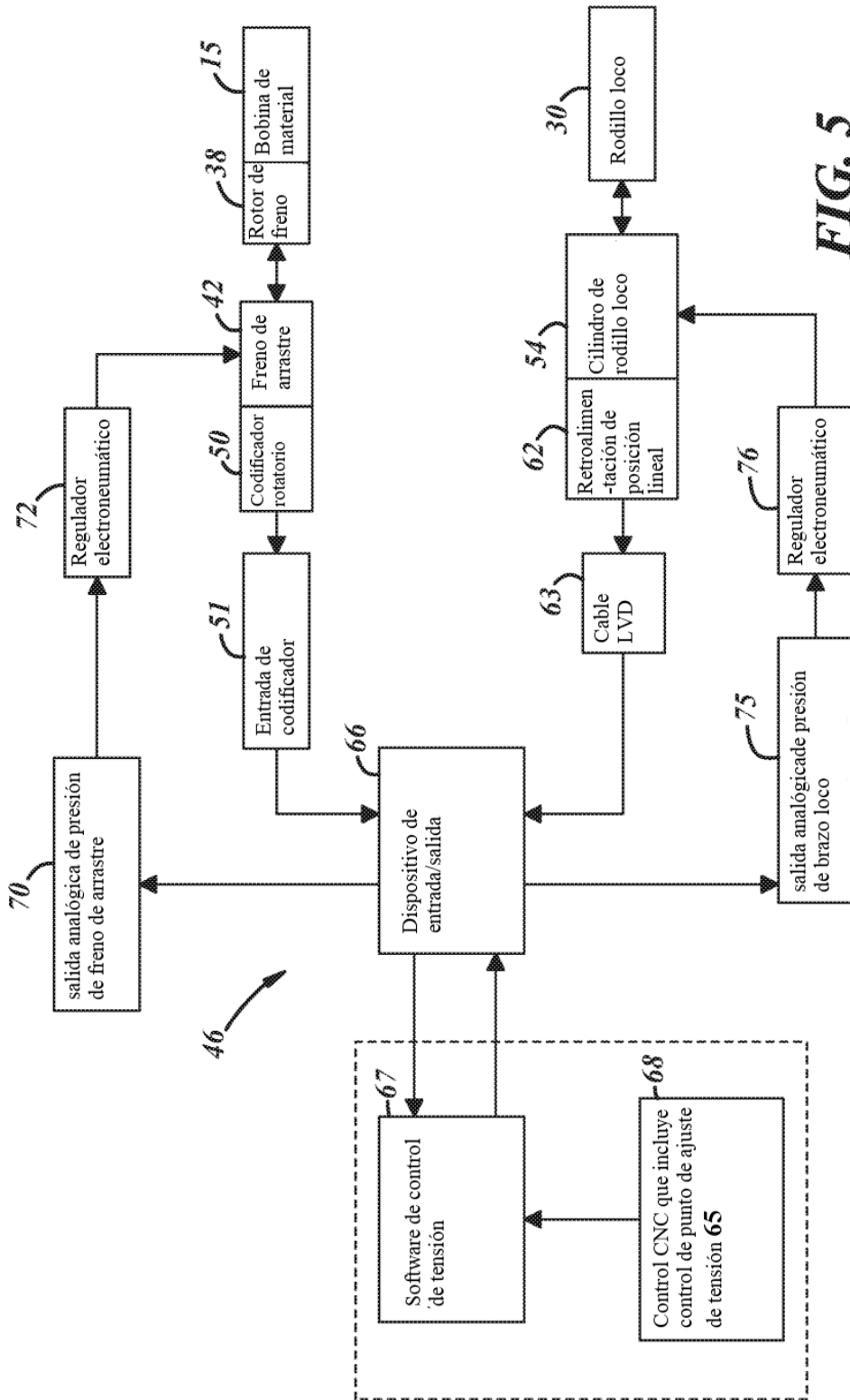


FIG. 5