

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 718 690**

51 Int. Cl.:

B65H 54/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.01.2015 PCT/EP2015/000163**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.08.2015 WO15113762**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.01.2015 E 15701296 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2018 EP 3099613**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para enrollar un material de enrollado en forma de tira**

30 Prioridad:

28.01.2014 DE 102014001058
28.01.2014 DE 102014001134

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.07.2019

73 Titular/es:

GABO SYSTEMTECHNIK GMBH (100.0%)
Am Schaidweg 7
94559 Niederwinkling, DE

72 Inventor/es:

BINDER, HANS;
KARL, MARKUS;
SCHUHBAUER, GERHARD y
LEDERER, ROLAND

74 Agente/Representante:

ARAUJO EDO, Mario

ES 2 718 690 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo y procedimiento para enrollar un material de enrollado en forma de tira

5 La invención se refiere a un dispositivo y a un procedimiento para enrollar en espiral un material de enrollado en forma de tira, tal como un tubo extrudido de manera continua, preferiblemente de plástico, sobre un tambor de enrollado rotatorio. En el caso del material de enrollado, tal como un tubo de plástico extrudido, por ejemplo un tubo protector para cables, en el que puede colocarse de manera protegida un cable de fibra de vidrio, es importante, entre otras cosas, almacenar el material de enrollado en una longitud de varios cientos de metros en un
10 emplazamiento de obra delimitado, para tenderlo en particular bajo tierra a lo largo de extensos tramos.

Es conocido el enrollado de un material de enrollado sobre un tambor o bobina de enrollado y el transporte del tambor enrollado hasta la obra. Este puede desenrollarse *in situ* según sea necesario.

15 La operación de enrollado es, por motivos de economía de la producción, inmediatamente subsiguiente al proceso de fabricación, en particular a la extrusión, del material de enrollado, de modo que el material de enrollado de plástico recién extrudido sale sin cortar de una estación de enfriamiento y es transferido al dispositivo de enrollamiento. La operación de enrollado es controlada entonces, en sí misma, normalmente por un operario y, dado el caso, se manipula manualmente.

20 En caso de usar un tubo protector para cables como material de enrollado se usa habitualmente un tambor de enrollado convencional de madera. El tubo protector para cables enrollado sobre el tambor de enrollado de madera se suministra a las obras, para ser instalado en las mismas según sea necesario. Tales tambores de enrollado de madera económicos y normalizados así como también otros tambores de enrollado se han establecido en particular
25 para su uso en obras, debido a un precio relativamente bajo y a su posible reutilización. No obstante, los tambores de enrollado tienen excentricidades axiales y radiales sin simetría de revolución, debido a desequilibrios en las aletas laterales y en el núcleo del tambor. Debido a la irregularidad geométrica del tambor de enrollado es necesario, según el estado de la técnica, un enrollado del material de enrollado monitorizado y manipulado constantemente por un operario. Aparte de las diferencias geométricas imprevisibles de los tambores de bajo coste, hasta ahora
30 tampoco se ha conseguido una automatización en el sentido de que, además, en el caso de tubos de plástico, las propiedades del material solo se estabilizan tras un tiempo de endurecimiento prolongado, de modo que la propiedad de enrollado del tubo de plástico difícilmente puede predecirse después de y durante el enrollado debido a variaciones de las propiedades de material tras la extrusión. Tales condiciones de enrollado individuales difícilmente pronosticables con anterioridad requieren operarios con experiencia de muchos años en enrollado para la
35 supervisión y manipulación del material de enrollado. Hasta ahora no ha podido conseguirse un enrollamiento automatizado al menos aproximadamente por completo sin colaboración manual de un operario, en particular a una velocidad de enrollado de más de 100 m por minuto.

40 En la técnica de la automatización se conocen en sí mismos procedimientos de enrollamiento así como dispositivos de enrollamiento, en los que se enrollan cables eléctricos sobre carretes de geometría precisa. El documento EP 0203046 B1 divulga, por ejemplo, un enrollador de cables, en el que un brazo de guiado, orientado hacia el carrete de enrollado, presenta varios elementos de brazo que están unidos entre sí por medio de varios puntos de articulación de brazo. No obstante, se ha visto que, en los procesos de automatización de enrollamiento conocidos, tanto para el cable como para el tambor de enrollado con simetría de revolución existen condiciones ideales, por lo
45 que respecta a la geometría del tambor de enrollado así como a las propiedades de material del material de enrollado. Precisamente respecto a los enrolladores de alambre se trata de productos con una alta calidad de material y propiedades de material uniformes y constantes. Para tales materiales de enrollado se invierten mayores costes, a fin de proporcionar bobinas de enrollado de geometría ideal y sin desequilibrios. Se ha visto que las técnicas de enrollamiento automatizado conocidas no pueden utilizarse de manera satisfactoria cuando se usan un
50 material de enrollado así como un tambor de enrollado cuyas propiedades materiales o geométricas no son previsibles.

Del documento DE 24 41 090 A1 se conoce un dispositivo de enrollado de cables automático para enrollar cables sobre un tambor, que dispone de un equipo de atravesado para el guiado de los cables durante el enrollado.

55 El documento DE 26 49 029 A1 se refiere a una máquina enrolladora automática para enrollar una estructura plana a modo de alambre, tal como un hilo eléctrico, en varias capas apretadas sobre una parte de tambor, una bobina o carrete.

60 El objetivo de la invención es superar las desventajas del estado de la técnica, en particular proporcionar un brazo de colocación para un dispositivo para enrollar en espiral un material de enrollado en forma de tira, tal como un tubo extrudido de manera continua, preferiblemente de plástico, sobre un tambor de enrollado, para alcanzar un mayor grado de automatización, sin que sea necesaria, tanto como sea posible, una intervención manual por parte de un operario.

65 Este objetivo se consigue mediante las características de la reivindicación 1.

Según la misma se proporciona un procedimiento para el enrollado (carga) en espiral, de acuerdo con la invención, de un material de enrollado en forma de tira, tal como un tubo extrudido de manera continua, preferiblemente de plástico, sobre un tambor de enrollado accionado de manera giratoria, tal como un núcleo de bobinado. El tambor de enrollado se montará de manera rotatoria, permaneciendo el eje de rotación preferiblemente estacionario, de modo que el tambor de enrollado de eje fijo realiza exclusivamente una rotación alrededor de su eje de rotación o de enrollado. Durante el procedimiento de enrollamiento de acuerdo con la invención, el material de enrollado es transferido al tambor de enrollado rotatorio a través de una guía montada para un movimiento de colocación en vaivén axial. Preferiblemente, la guía comprende un brazo de colocación, a través del cual o sobre el cual se guía el material de enrollado hasta su transferencia al tambor de enrollado. Preferiblemente, el brazo de colocación está montado deslizantemente a un soporte, tal como una estructura de guiado. Puede haber un cojinete deslizante de rail entre el brazo de colocación y el soporte. La guía se coloca respecto al tambor de enrollado esencialmente siguiendo en particular el progreso del enrollamiento y del brazo de colocación, reajustándose preferiblemente el soporte por medio de un aparato de manipulación o de ajuste, tal como un robot, esencialmente siguiendo el progreso del enrollamiento. De acuerdo con el procedimiento de enrollamiento de la invención, al alcanzarse en particular una posición de inversión establecida de antemano, en particular establecida espacialmente de antemano, en función de la dimensión del tambor de enrollado, o una posición de inversión detectada mediante sensores, se efectúa una operación de inversión.

La posición de inversión puede establecerse de antemano mediante introducción por parte de los operarios de una coordenada espacial específica esencialmente respecto al tambor de enrollado en una unidad de control y/o regulación, en particular electrónica. También puede calcularse mediante una correspondiente rutina de regulación con ayuda de sensores de posición en función del modo de enrollado durante la operación de enrollado y, dado el caso, corregirse. Se ha mostrado que la operación de inversión, independientemente de la posición de enrollamiento radial, se consigue de manera fiable, teniendo en cuenta una determinada sucesión establecida, en particular igual, de etapas de procedimiento, también a altas velocidades de enrollado, a fin de conseguir un resultado de enrollado compacto y sin defectos.

Para el comienzo de la operación de inversión se aleja la guía que llega en un movimiento de colocación de ida a la posición de inversión, en particular en dirección esencialmente vertical radial alejándose del tambor de enrollado, en particular se eleva en la dirección vertical, para separar en particular un extremo de contacto de la guía que rueda preferiblemente contra el tambor de enrollado y que se apoya en el tambor de enrollado o en la última capa de espiral enrollada, en particular rueda contra el mismo o la misma, de su acoplamiento de contacto por completo y de manera permanente.

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, la operación de inversión está caracterizada por que, durante o después del alejamiento, la guía, en particular el soporte, se hace avanzar adicionalmente un tramo de avance en seguimiento axial en particular establecido de antemano (partiendo de la posición de inversión) en la dirección de movimiento de colocación de ida axial respecto al tambor de enrollado, a fin de posibilitar en particular que se sobrepase axialmente la posición de inversión predeterminada o detectada mediante sensores. De esta manera se garantiza que la guía permanezca en contacto de apoyo con el lado interior de una aleta lateral del tambor de enrollado que se extiende radialmente, durante la rotación del tambor de enrollado. El avance debe tener como efecto evitar una pérdida de contacto, aún solamente temporal, entre la guía y la aleta lateral del tambor de enrollado. En caso de que, al alcanzarse la posición de inversión, la guía se encuentre ya en contacto con la aleta lateral del tambor de enrollado, el avance provoca o bien (solo) un desplazamiento del soporte de la guía que soporta de manera móvil el brazo de colocación, lo que puede llevar a un aumento de una fuerza de tensión que actúa entre el brazo de colocación y el soporte de un equipo de pretensado, y/o, dado el caso, una modificación del ángulo de inclinación de una extensión longitudinal del brazo de colocación respecto a la dirección radial del tambor de enrollado. En este caso, el brazo de colocación está montado en el soporte esencialmente de manera pivotante en un plano de movimiento de colocación en vaivén, a fin de posibilitar diferentes ángulos de inclinación de la extensión longitudinal del brazo de colocación respecto al tambor de enrollado, en particular respecto a la aleta lateral del tambor de enrollado. De acuerdo con la invención, con el avance de la guía una vez alcanzada la posición de inversión se consigue una toma de contacto segura de la guía con la aleta lateral del tambor de enrollado, lo que durante la operación de inversión aporta un punto de referencia seguro y un soporte axial estable del brazo de colocación.

Además, tras el avance, un sensor de posición puede establecer la posición espacial del brazo de colocación, en particular de su extremo de contacto libre, a fin de definir una inicialización espacial, es decir una posición cero, del brazo de colocación para el comienzo de la formación de la siguiente capa de espiral.

Con la medida de la invención puede conseguirse una automatización de funcionamiento seguro del material de enrollado, en particular de un tubo de plástico de comportamiento no homogéneo, sobre un tambor de enrollado no idealmente simétrico, incluso a altas velocidades de enrollado de hasta 100 m (metros) por minuto y más.

En una realización preferente de la invención, la posición de inversión se alcanza cuando el brazo de colocación de la guía que se extiende hasta el tambor de enrollado se encuentra en contacto de apoyo con una aleta lateral del

- tambor de enrollado o un elemento de contacto dispuesto en un extremo del lado del tambor de enrollado del brazo de colocación desencadena una señal de contacto. El elemento de contacto puede estar dispuesto en un extremo del lado del tambor de enrollado del brazo de colocación de la guía. El extremo del lado del tambor de enrollado se encontrará en contacto de apoyo con la aleta lateral del tambor de enrollado durante la operación de inversión, por lo
- 5 que el extremo del lado del tambor de enrollado presenta una zona de apoyo orientada hacia la aleta lateral, en la que se apoyará el brazo de colocación con la aleta lateral. El contacto de apoyo puede estar configurado como contacto de apoyo por rozamiento o como contacto de rodadura. El elemento de contacto generará y emitirá, preferiblemente al alcanzarse la posición de inversión de la guía, una señal de control, concretamente la señal de activación de operación de inversión. La señal de control sirve para ser enviada a una unidad de control y/o
- 10 regulación electrónica, de modo que la rutina de regulación puede desencadenar una regulación para modificar un parámetro de regulación determinado del procedimiento de enrollado. Para la operación de inversión, la unidad de control y/o regulación puede terminar la capa de enrollamiento ya casi acabada y comenzar la nueva capa de enrollamiento sobre la capa de enrollamiento terminada. Durante la operación de inversión, el guiado lleva asociado un cambio de dirección del movimiento de colocación. El elemento de contacto tiene en la zona de la zona de apoyo
- 15 en cada caso un saliente de accionamiento, que sobresale en una posición no accionada de la respectiva zona de apoyo en la dirección de movimiento de colocación en vaivén y está montado de manera preferiblemente móvil, en particular pivotante, en el brazo de colocación de la guía, de modo que el respectivo saliente de accionamiento libera en una posición libre la respectiva zona de apoyo para el contacto de apoyo con la aleta lateral. El elemento de contacto con su saliente de accionamiento que sobresale en la dirección de movimiento de colocación en vaivén
- 20 hace posible una generación de la señal de control antes de que se alcance la posición exterior del brazo de colocación, limitada en el movimiento de colocación, que solo se consigue cuando el avance en seguimiento de la guía previsto según el primer aspecto de la invención se ha llevado a cabo en la dirección de movimiento de colocación de ida.
- 25 En un desarrollo de la invención, en la posición libre del saliente de accionamiento en cuestión, este último queda rebajado, visto en vertical, en el brazo de colocación de la guía. El brazo de colocación puede estar delimitado en particular mediante placas, que comprenden preferiblemente un espacio de transporte totalmente cerrado, en el que puede ocultarse eje de pivotaje del saliente de accionamiento. El lado exterior de accionamiento del respectivo saliente de accionamiento está adaptado en su contorno a un contorno de superficie exterior de la zona de apoyo,
- 30 de modo que, en la posición libre, el lado exterior de accionamiento se sitúa esencialmente en el plano de la superficie exterior de la zona de apoyo en particular plana.
- En una realización preferente de la invención, el saliente de accionamiento sobresale, en su posición no accionada, al menos la mitad o el grosor completo del material de enrollado y como máximo dos veces el grosor del material de enrollado, de la respectiva superficie de apoyo en la dirección de movimiento de colocación en vaivén.
- 35 En un desarrollo de la invención, la guía permanece, durante el alejamiento radial, esencialmente sin desplazamiento axial, esencialmente en la posición de inversión, al menos por lo que respecta a la dirección de movimiento de colocación axial.
- 40 Preferiblemente solo se provoca el avance cuando el alejamiento de la guía alejándose del tambor de enrollado ha concluido al menos en su mayor parte y/o cuando, una vez alcanzada la posición de inversión, ha transcurrido un tramo o un tiempo de enrollado predeterminado. El tramo o tiempo de enrollado puede establecerse preferiblemente de antemano, por ejemplo por el transcurso de al menos media revolución del tambor de enrollado y, como máximo,
- 45 al menos una revolución y media del tambor de enrollado.
- En una realización particular de la invención, la elevación a partir de la señal de activación concluye tras aproximadamente 0,8 revoluciones del tambor de enrollado. Una vez alcanzada la posición de inversión, el avance solo se desencadenará cuando hayan transcurrido aproximadamente 0,8 revoluciones desde que se alcanzase la posición de inversión.
- 50 En un desarrollo de la invención, tras el avance, por medio de una medición de posición real de la guía, se controla y en su caso se corrige la posición axial de la guía respecto a la posición de inversión, en particular con respecto a la aleta lateral del tambor de enrollado, en la dirección axial de movimiento de colocación en vaivén. La corrección puede servir para compensar excentricidades axiales de la aleta lateral sin pérdida de contacto. Además, la corrección también puede servir para monitorizar la posición cero de la guía, en particular respecto al cojinete deslizante de rail del brazo de colocación en un soporte del lado del robot y, dado el caso, volver a ajustarla.
- 55 Por ejemplo, la corrección de posición solo puede desencadenarse una vez transcurrido un tramo o un tiempo de enrollado determinado, que se establece preferiblemente de antemano en particular por el transcurso de, como máximo, tras cuartos o media revolución del tambor de enrollado. En particular, el avance se realizará por tanto dentro de 0,4 veces una revolución del tambor de enrollado. Después puede desencadenarse, dado el caso, una corrección de la posición axial.
- 60 En un aspecto alternativo o combinable de la invención, puede omitirse el avance de la guía más allá de la posición de inversión y, dado el caso, efectuarse solamente una corrección de posición una vez alcanzada la posición de
- 65

5 inversión. De acuerdo con la invención, la guía, en lugar de o después del avance axial y, dado el caso, de la corrección de posición, se hace retroceder en la dirección de movimiento de colocación de vuelta axial, opuesta a la dirección de movimiento de colocación de ida, respecto al tambor de enrollado en particular alejándose de la aleta lateral, a fin de ajustar en particular la guía de regreso a la posición de inversión y/o en particular llevarla de forma segura fuera del contacto de apoyo con la aleta lateral y ajustar la guía, sin contacto, con respecto a la aleta lateral del tambor de enrollado.

10 En la posición de inversión debería estar preferiblemente garantizado que, en caso de rotación completa de la aleta lateral, quede descartado siempre un contacto entre la guía y la aleta lateral también en la zona de excentricidades axiales. El retroceso se desencadenará cuando haya transcurrido un tramo de enrollado predeterminado, que se establece preferiblemente de antemano en particular por el transcurso de, como máximo, una o media revolución del tambor de enrollado desde la finalización del alejamiento, del avance o, dado el caso, de la corrección o por el transcurso de al menos una o una revolución y media desde que se haya alcanzado la posición de inversión.

15 En una realización preferente de la invención, tras el avance y/o tras el retroceso, la guía se mueve esencialmente en una dirección vertical hacia el tambor de enrollado, en particular se mueve en sentido descendente, a fin de llevar en particular un extremo de contacto libre de la guía a estar en contacto con el tambor de enrollado o una capa de enrollado ya enrollada, preferiblemente en contacto discurriendo contra el mismo o por rodadura o por rozamiento. Durante la aproximación radial, la guía puede permanecer esencialmente sin desplazamiento axial en particular en la posición de inversión. Un movimiento de colocación de vuelta saliendo de la posición de inversión solo se provoca cuando la aproximación de la guía ha concluido al menos en su mayor parte y/o cuando el extremo de contacto de la guía se ha puesto en contacto con la capa de enrollado ya enrollada.

20 Un movimiento de colocación de vuelta de salida de la posición de inversión solo se provoca cuando la aproximación de la guía ha concluido al menos en su mayor parte y/o cuando el extremo de contacto de la guía se encuentra en contacto con la capa de espiral ya enrollada. Preferiblemente, el movimiento de la guía orientado hacia el tambor de enrollado se provoca tras un tramo o un tiempo de enrollado predeterminado, que se establece preferiblemente de antemano por el transcurso de, como máximo, media revolución del tambor de enrollado desde la conclusión del avance o el retroceso o por el transcurso de al menos una revolución y media del tambor de enrollado desde que se haya alcanzado la posición de inversión.

25 En un desarrollo de la invención, para el enrollado, una vez finalizada la operación de inversión, la guía se ajusta durante el movimiento de colocación en vaivén a la posición de inversión conforme a una rutina de enrollado prescrita respecto al tambor de enrollado, conforme a la cual un extremo de contacto del lado del tambor de enrollado del brazo de colocación de la guía se encuentra en acoplamiento de contacto con el tambor de enrollado o la última capa de enrollado depositada, preferiblemente en rodadura, y/o conforme a la cual la guía se hace avanzar a lo largo de un recorrido de colocación en vaivén entre las posiciones de inversión próximas a la respectiva aleta lateral conforme al incremento de enrollamiento axial sobre el tambor de enrollado. A este respecto, el brazo de colocación de la guía, que está montado con respecto a un aparato de manipulación o de ajuste, tal como un robot, en particular linealmente en la dirección axial, por ejemplo por medio de un cojinete deslizante de rail, se reajusta siguiendo el avance correspondiendo a un recorrido de avance en seguimiento predeterminado o regulado. Durante el avance y durante el avance en seguimiento, el brazo de colocación puede permanecer desplazado hacia fuera con respecto a una posición neutra, de modo que el brazo de colocación es presionado axial y lateralmente contra la última vuelta de enrollamiento depositada sobre el tambor de enrollado. Preferiblemente, una fuerza de ajuste que actúa sobre la vuelta de enrollado, que actúa contra una cara lateral libre de la última vuelta de enrollamiento depositada, depende de la magnitud del desplazamiento del brazo de colocación fuera de la posición neutra, en la que no actúa en particular ninguna fuerza de resorte.

30 Preferiblemente, el brazo de colocación –para la operación de inversión durante el alejamiento del brazo de colocación y durante la tarea de contacto– se encuentra respecto al soporte en una posición neutra, en la que entre el brazo de colocación y el soporte no actúan fuerzas de tensión y solo en caso de un desplazamiento relativo del brazo de colocación respecto al soporte se acumulan fuerzas de tensión fuera de la posición neutra, que hacen retroceder el brazo de colocación y el soporte a su posición neutra uno respecto a otro. El brazo de colocación puede permanecer durante el avance en la posición neutra hasta que el extremo de contacto del brazo de colocación se apoya en la aleta lateral. De manera correspondiente a un avance de la guía que va más allá de la posición de inversión se acumula una fuerza de resorte en la dirección axial en el cojinete deslizante de rail, que presiona el brazo de colocación contra la última vuelta de enrollamiento depositada. La magnitud del desplazamiento del brazo de colocación respecto al soporte fuera de la posición neutra corresponde preferiblemente al recorrido de retroceso de la guía tras alcanzarse la posición de inversión. Para la operación de inversión, durante la corrección y/o durante el retroceso, el brazo de colocación puede llevarse esencialmente a la posición neutra, para que no actúe esencialmente ninguna fuerza de resorte. Durante el movimiento del brazo de colocación hacia el tambor de enrollado, el brazo de colocación se encuentra en la posición neutra, en el que, tan pronto como el extremo de contacto del brazo de colocación entra en contacto de acoplamiento con la capa de enrollado, el brazo de colocación se desplaza, conforme al progreso del enrollamiento por la última vuelta de enrollamiento depositada, en cada caso fuera de la posición neutra, a fin de generar la fuerza de tensión en el brazo de colocación.

En un desarrollo de la invención, en el recorrido axial del enrollado en espiral, una capa base de enrollamiento ajusta la velocidad de enrollado del tambor de enrollado en función de la posición en particular axial de la guía respecto al tambor de enrollado.

5 Según un procedimiento de enrollamiento de acuerdo con la invención independiente y combinable con el procedimiento anteriormente descrito, el material de enrollado es transferido al tambor de enrollado rotatorio a través de una guía montada para un movimiento de colocación en vaivén axial. El tambor de enrollado está preferiblemente montado exclusivamente para un movimiento de rotación alrededor de un eje de rotación y se encuentra fijo en la dirección axial. Preferiblemente se trata de la guía montada para un movimiento de colocación en vaivén axial, que
10 provoca la forma espiral del material de enrollado para una capa de enrollamiento sobre el tambor de enrollado. Preferiblemente, la guía está formada por un brazo de colocación que se sujeta por una unidad de accionamiento, tal como un robot, y se sitúa en paralelo al eje de rotación del tambor de enrollado. La guía se ajusta o se mueve respecto al tambor de enrollado siguiendo el progreso de enrollamiento. De acuerdo con la invención, durante el recorrido axial del enrollado en espiral de una capa de material de enrollado se varía la velocidad angular del tambor de enrollado, por ejemplo se ajusta, en particular se regula, en función de la posición en particular axial y/o radial de la guía respecto al tambor de enrollado, en particular con respecto al núcleo de tambor, conforme a una rutina de regulación. Para ello puede haber una unidad de control y/o regulación, que detecta por ejemplo por medio de un sistema sensor de posición acoplado al mismo, de manera continua o por ciclos, la posición de la guía respecto al tambor de enrollado y, en función de la posición se monitoriza la velocidad de acuerdo con la invención o en particular de acuerdo con parámetros de velocidad preajustados. La velocidad angular puede hacerse, adicionalmente, dependiente de la posición radial de la capa de enrollado que va a colocarse respecto al núcleo de tambor, es decir del número de capas de enrollado depositadas.

Preferiblemente, al colocar la primera capa de enrollado (inicial), es decir al crear el primer enrollamiento, se establece inmediatamente sobre el núcleo de tambor y partiendo de un contacto axial con la aleta lateral del tambor de enrollado, la posición axial de la guía en cero, "0". La anchura del tambor de enrollado, la distancia axial de los lados interiores enfrentados y orientados el uno hacia el otro de las aletas laterales del tambor de enrollado, se introduce de antemano en el equipo de regulación como parámetro individual del tambor de enrollado. Al colocar axialmente el enrollamiento, es decir al desplazar la guía en la dirección axial, la posición de la guía es captada por un sistema sensor, tal como un sistema sensor sin contacto (sistema sensor óptico), o determinada por medio de detección indirecta (con ayuda de longitudes de enrollado pasadas o enrolladas). Si la guía se aproxima a una aleta lateral, por ejemplo a partir de una determinada posición axial en la proximidad de la aleta lateral, la rutina de regulación desencadena una reducción de la velocidad angular, a fin de realizar una denominada operación de aleta lateral o de inversión, en la que se termina la capa de enrollado no depositada por completo hasta entonces y se empieza una capa de enrollado nueva situada por encima. Por ejemplo, la operación de inversión puede comenzar ya antes de que se hayan depositado los últimos 4, 3 o 2 enrollamientos de la capa de enrollado todavía no depositada por completo. Un aumento o una reducción de la velocidad angular en función de la posición de enrollamiento radial pueden tener lugar cuando se han depositado, por ejemplo, 3 o 4 capas de la "nueva" capa de enrollado.

En la realización preferente de la invención, se varía la velocidad angular al crear una capa de material de enrollado, que también puede ser en particular la última capa de espiral enrollada, en particular al alcanzarse una posición axial preconfigurada de la guía respecto al tambor de enrollado. Adicional o alternativamente a esto, en caso de una pérdida de contacto, establecida en particular por una unidad de control y/o regulación, de un extremo del lado del tambor de enrollado de la guía con el tambor de enrollado o con la última capa de espiral enrollada, la velocidad angular puede reducirse y, en particular en caso de restablecimiento del contacto del extremo del lado del tambor de enrollado con el tambor de enrollado o con la última capa de espiral enrollada, la velocidad angular puede volver a aumentarse. Durante el enrollado y el mantenimiento del contacto puede mantenerse constante la velocidad angular en una realización preferente de la invención.

En una realización preferente del procedimiento de acuerdo con la invención, la velocidad angular del tambor de enrollado se reduce en el transcurso del movimiento de colocación axial de la guía para una aproximación de la guía a una aleta lateral del tambor de enrollado, preferiblemente hasta una velocidad angular mínima predeterminada, que preferiblemente puede mantenerse constante. El movimiento de aproximación de la guía puede comenzar, por ejemplo, cuando solo tienen que crearse todavía cuatro, tres, dos o un enrollamiento para completar toda la capa de enrollamiento. El momento en el que comienza el procedimiento de aproximación puede venir dado, por ejemplo, por el hecho de que se supere un valor umbral de longitud ya enrollada o de que un sensor palpador detecte un punto de iniciación axial. En particular, la velocidad angular para la creación del primer enrollamiento de la nueva capa de enrollado que va a depositarse, es decir el primer enrollamiento, apoyado inmediatamente en la aleta lateral, de la capa de enrollado de más arriba, puede mantenerse reducida durante la denominada operación de aleta lateral de la guía y al alejarse la guía de la aleta lateral del tambor de enrollado, es decir también durante los enrollamientos que siguen al primer enrollamiento. La velocidad angular reducida puede permanecer reducida tras la operación de inversión para varias, y en particular una, dos, tres o cuatro vueltas de enrollamiento iniciales. Tras superarse una cierta posición axial, por ejemplo tras colocarse la tercera vuelta de enrollamiento, la velocidad angular puede volver a aumentarse, para construir y completar la capa de enrollado a lo largo de la dirección axial del tambor de enrollamiento, hasta que vuelva a desencadenarse el procedimiento de aproximación, tal como se ha descrito

anteriormente. Preferiblemente, se aumenta la velocidad angular para el movimiento de colocación de la guía con respecto a la aleta lateral opuesta, alejada, en particular en una zona de campo central axial preferiblemente predeterminada o predefinida por el controlador y/o regulador de velocidad angular, preferiblemente hasta el siguiente punto de aproximación a la aleta lateral opuesta, tal como una zona de borde de ajuste, de modo que la velocidad angular puede volver a alcanzar una velocidad angular máxima predeterminada en particular. La zona central puede establecerse de antemano preferiblemente en función de la dimensión axial del tambor de enrollado utilizado, por ejemplo en un intervalo del 80 al 95 % de la extensión axial total entre las aletas laterales opuestas del tambor de enrollado utilizado. Mientras el brazo de guiado entra en la zona de borde de ajuste y el brazo de guiado alcanza la posición axial predeterminada en particular, se reduce la velocidad angular, preferiblemente a la velocidad angular mínima, para la siguiente operación de pared.

En un desarrollo de la invención, el tambor de enrollado se opera con al menos dos velocidades angulares, preferiblemente dos velocidades angulares a las que funciona el tambor de enrollado alternadamente. Preferiblemente, la primera velocidad angular en particular máxima se ajusta, durante el enrollado en espiral del material de enrollado a lo largo de la zona central axial del tambor de enrollado, a más de 50 revoluciones por minuto, preferiblemente a 70 revoluciones por minuto, en particular de manera esencialmente invariable. La segunda velocidad angular, preferiblemente la velocidad angular mínima, se ajusta, al alcanzarse una posición axial predeterminada de la guía respecto al tambor de enrollado, a menos de 70 revoluciones por minuto, en particular a menos de 50 revoluciones por minuto, de manera esencialmente invariable. Preferiblemente se implementa una transición entre la primera velocidad angular y la segunda velocidad angular por medio de una variación de la velocidad angular constante o continua.

En un desarrollo de la invención, la zona central axial está delimitada por dos posiciones axiales predeterminadas, específicas del tambor de enrollado, al superarse las cuales se inicia o finaliza en particular la operación de aleta lateral anteriormente mencionada. La delimitación de la zona central, en la que se opera en particular con la velocidad angular máxima, hace que, durante el enrollado en espiral en el interior de la zona central, la primera velocidad de enrollado se ajuste preferiblemente a más de 80 revoluciones por minuto. Los ensayos han mostrado que pueden ajustarse velocidades angulares de 90 revoluciones por minuto o incluso más. Durante el enrollado en espiral de la capa de material de enrollado entre la respectiva posición axial predeterminada y el extremo axial del tambor, en particular la aleta lateral del tambor de enrollado, se ajusta la segunda velocidad angular preferiblemente a menos de 70 revoluciones por minuto. Se ha observado que una velocidad óptima para la operación de aleta lateral se sitúa a aproximadamente 65 revoluciones por minuto.

En una realización preferente de la invención, la zona central ocupa más del 50 %, preferiblemente entre el 60 % y el 80 % o el 90 % de toda la anchura de enrollado total axial entre ambas aletas laterales del tambor de enrollado. La posición axial predeterminada se establece en particular a una distancia axial hasta el extremo de tambor en menos del 20 % de la anchura de enrollado total axial entre la aleta lateral del tambor. Adicional o alternativamente a esto, al salir de la zona central en la respectiva posición axial predeterminada, la velocidad puede reducirse, aunque también aumentarse, en función de cómo sean las propiedades materiales del respectivo material de enrollado que va a enrollarse. Preferiblemente, las dos posiciones axiales predeterminadas se sitúan simétricamente respecto al eje central radial a una misma distancia axial respecto al respectivo extremo axial del tambor.

En una realización preferente de la invención, para una aproximación de la guía al extremo axial del tambor, en particular antes de que se haya depositado la última o la penúltima vuelta de enrollado de la capa de material de enrollado, y/o después de que un sensor de posición o de recorrido, tal como un elemento de contacto, emita en una posición predeterminada de la guía una señal de activación, la velocidad angular del tambor de enrollado se reduce. Alternativa o adicionalmente a esto, durante el alejamiento axial de la guía de la aleta lateral, en particular después de que se hayan colocado al menos una o dos vueltas de enrollado de varias capas por completo, puede aumentarse la velocidad a la velocidad máxima.

Además, la invención se refiere a un dispositivo para enrollar en espiral un material de enrollado en forma de tira, tal como un tubo extrudido de manera continua, preferiblemente de plástico, sobre un tambor de enrollado accionado de manera giratoria. El dispositivo de acuerdo con la invención comprende una guía con preferiblemente un brazo de colocación, a través del cual se transfiere el material de enrollado al tambor de enrollado enrollándolo en un movimiento de colocación en vaivén, en particular lineal, del brazo de colocación. Además del brazo de colocación, la guía puede presentar un soporte, estando acoplados el brazo de colocación y el soporte entre sí a través de un cojinete deslizante de rail. Por lo demás, el dispositivo de acuerdo con la invención tiene una unidad de ajuste para el movimiento, en particular para la elevación vertical y el desplazamiento axial, de la guía respecto al tambor de enrollamiento. Preferiblemente, la unidad de ajuste está formada por un robot, que puede ajustar la guía en todas las direcciones tridimensionales. Además, el dispositivo de acuerdo con la invención tiene una unidad de control y/o regulación acoplada con la unidad de ajuste, que ajusta la guía conforme a las etapas de procedimiento anteriormente mencionadas de la operación de inversión del procedimiento de enrollamiento de acuerdo con la invención. Queda claro que la rutina de control y de regulación ha de estar diseñada para implementar las etapas de procedimiento.

Por lo demás, la invención se refiere a un dispositivo, combinable con el dispositivo anteriormente definido o

independiente del mismo, para enrollar un material de enrollado en forma de tira, tal como un tubo extrudido de manera continua, preferiblemente de plástico, sobre un tambor de enrollado rotatorio, accionado de manera giratoria, pudiendo estar diseñado el dispositivo de manera correspondiente al modo de proceder del procedimiento de acuerdo con la invención. El dispositivo de acuerdo con la invención tiene una guía que transfiere el material de enrollado al tambor de enrollado rotatorio enrollándolo en espiral en un movimiento de colocación en vaivén, en particular lineal, esencialmente a lo largo de una dirección axial del tambor. El dispositivo de acuerdo con la invención está configurado, en particular, para girar el tambor alrededor de su eje de rotación a velocidades angulares diferentes, estando fijado el eje de giro del tambor de enrollado. Por lo demás, el dispositivo de enrollamiento de acuerdo con la invención tiene un accionador giratorio del tambor de enrollado y un controlador y/o regulador de velocidad angular conectado con el accionador giratorio del tambor de enrollado. El controlador y/o regulador de velocidad angular ajusta, en el recorrido axial del enrollado de la respectiva capa de material de enrollado, la velocidad angular del tambor de enrollado en función de la posición axial y/o radial de la guía, en particular del extremo del lado del tambor de enrollado de la guía, respecto al tambor de enrollado. El controlador y/o regulador de velocidad angular puede ser operado a diferentes velocidades angulares para varias capas de enrollado. En particular, la velocidad angular es menor para las capas de enrollamiento que se enrollan primero, mientras que para el enrollamiento de capas de enrollamiento posteriores en la zona exterior radial del tambor de enrollado se ajusta la velocidad de enrollado más alta. El grado de reducción/aumento de la velocidad de enrollado puede hacerse dependiente de la medida de la asimetría del tambor de enrollado que va a enrollarse. En particular pueden introducirse datos individuales del tambor de enrollado al controlador y/o regulador de velocidad, a fin de ajustar la correspondiente velocidad de enrollado óptima. En este caso puede hacerse referencia a valores empíricos. A este respecto puede distinguirse entre asimetrías axiales, tales como la excentricidad de aleta lateral axial, y asimetrías radiales, tales como la excentricidad de núcleo de tambor. Los inventores identificaron como especialmente crítica la excentricidad asimétrica radial en el núcleo de tambor.

En una realización preferente de la invención, el control y/ regulación de velocidad angular está provisto de un sensor, tal como un elemento de contacto, para detectar al menos una posición predeterminada de la guía. Este sensor de recorrido o sensor de posición de la guía puede desencadenar, como se ha indicado anteriormente, un ajuste a cero al comienzo de la capa de enrollado, pudiendo determinarse el progreso del enrollamiento o bien directamente, en particular por medio del sensor, o bien indirectamente, a través de la velocidad o la cantidad del material de enrollado ya enrollado.

Preferiblemente, el sensor de recorrido está dispuesto y fijado en la guía, emitiendo en particular el sensor de recorrido, al detectar al menos una posición predeterminada, una señal de activación, de modo que, a continuación, el controlador y/o regulador de velocidad angular varía la velocidad de enrollado. Preferiblemente, al menos una posición predefinida está definida para la toma de contacto del elemento de contacto con una cara interior de una aleta lateral del tambor de enrollado. Preferiblemente, el elemento de contacto presenta para ello a lo largo del borde un estribo o una rueda, estando un eje de giro del elemento de contacto especialmente pivotado en dirección axial alejándose de una aleta lateral, de modo que puede rodar o discurrir en contacto con la aleta lateral rotatoria, contra la misma. En el caso de un desplazamiento adicional de la guía, el elemento de contacto puede hacerse pivotar de una posición pasiva a una posición activa, en la que puede emitirse una señal de activación al control o regulación de velocidad angular o directamente al accionamiento de giro.

El dispositivo de acuerdo con la invención para enrollar el material de enrollado en forma de tira puede estar configurado de tal manera que las etapas de procedimiento del procedimiento de acuerdo con la invención se lleven a cabo con el dispositivo de acuerdo con la invención. También el procedimiento de enrollamiento de acuerdo con la invención puede estar diseñado de tal manera que el modo de funcionamiento del dispositivo de enrollamiento de acuerdo con la invención se lleve a cabo de acuerdo con el procedimiento.

En una realización preferente de la invención, un brazo de colocación del dispositivo para enrollar en espiral puede estar soportado y ajustado preferiblemente por un aparato de ajuste, tal como un robot, preferiblemente de acuerdo con una rutina de control y/o regulación. El brazo de colocación sirve para aproximar el material de tira o de enrollado al tambor de enrollado de manera canalizada y transferirlo al mismo para su enrollado, mientras el brazo de colocación se mueve en vaivén en particular esencialmente de manera transversal a su extensión longitudinal y linealmente entre los extremos axiales, tales como las aletas de pared lateral del tambor de enrollado. El brazo de colocación sigue, a este respecto, en particular gradualmente, el progreso de enrollamiento axial del material de enrollado, enrollado sobre el tambor de enrollado.

El brazo de colocación tiene un extremo del lado del tambor de enrollado, que en una gran parte del proceso de enrollamiento total se encuentra en contacto, en particular en contacto de rodadura, con el tambor de enrollado o con la capa de enrollamiento ya enrollada sobre el mismo y en el que está formada en cada caso una zona de apoyo orientada hacia la respectiva aleta lateral del tambor de enrollado, en la que el brazo de colocación entra en contacto de apoyo, en particular durante la realización de una operación de inversión, con una de las dos aletas laterales. El contacto de apoyo puede estar formado como contacto de apoyo por rozamiento o por rodadura. Por lo demás, el dispositivo de acuerdo con la invención tiene un sensor de recorrido dispuesto en el extremo de lado de enrollado, tal como un elemento de contacto, que emite al menos al alcanzarse al menos una posición de enrollado predefinida, al menos una posición de desencadenación de la operación de inversión, del extremo del lado del

tambor de enrollado, una señal de control, tal como una señal de activación de operación de inversión. La señal de control pasa a una unidad de control y/o regulación electrónica, con lo cual puede desencadenarse una regulación para variar una magnitud de regulación determinada del procedimiento de enrollamiento. Preferiblemente, la unidad de control y/o regulación realiza una operación de inversión, en la que se termina la capa de enrollamiento anterior y se comienza la nueva capa de enrollamiento sobre la capa de enrollamiento anterior. En la operación de inversión tiene lugar un cambio de dirección del movimiento de colocación del brazo de colocación. De acuerdo con la invención, el sensor de recorrido tiene en la zona de cada zona de apoyo en cada caso un saliente de accionamiento que sobresale, en una posición no accionada, de la respectiva zona de apoyo en la dirección de movimiento de colocación en vaivén, y está montado preferiblemente de manera móvil, en particular pivotante, en el brazo de colocación, de tal manera que el respectivo saliente de accionamiento libera, en su posición libre, la respectiva zona de apoyo para el contacto de apoyo con la aleta lateral. Los inventores han descubierto que para la operación de inversión o de pared, difícil desde el punto de vista de la técnica de enrollamiento, es fundamental el ajuste del extremo del lado del tambor de enrollado y, con ello, del brazo de colocación respecto al tambor de enrollado, a fin de poder implementar elevadas velocidades de enrollado de más de 80 m/min. Sobre todo es importante la coordinación y los tiempos, a qué distancia respecto a la aleta lateral del tambor de enrollado, así como cuándo se desencadena y finaliza la operación de inversión, para llevar a cabo una finalización sin errores de la capa de espiral o de enrollado y una nueva formación de una base de capas de enrollado sólida. El elemento de contacto con su saliente de accionamiento, que sobresale en la dirección de movimiento de colocación en vaivén, implementa un desencadenado de la señal de control antes de que se alcance la posición exterior del brazo de colocación que limita el movimiento de colocación, que se alcanza cuando el extremo del lado del tambor de enrollado del brazo de colocación se encuentra en contacto con la aleta lateral del tambor de enrollado. El saliente de accionamiento flexible, en particular giratorio, permite la toma de contacto del extremo del lado del tambor de enrollado con la aleta lateral.

En un desarrollo de la invención, en su posición libre, el saliente de accionamiento en cuestión está rebajado, visto en vertical, en el brazo de colocación, en particular en una estructura de carcasa del brazo de colocación. El brazo de colocación puede comprender un espacio de transporte en particular delimitado por placas, preferiblemente cerrado por completo, en el que está dispuesto un eje de pivotaje del saliente de accionamiento, y en el que queda oculto el respectivo saliente de accionamiento al alcanzarse la pared de aleta lateral. Preferiblemente, un lado exterior de accionamiento del saliente de accionamiento entra en contacto por rozamiento con la pared de aleta lateral, siendo en particular el lado exterior de accionamiento del respectivo saliente de accionamiento esencialmente plano y liso. El lado exterior de accionamiento del respectivo saliente de accionamiento está adaptado en su contorno a una superficie exterior de la zona de apoyo, de modo que, en la posición libre, el lado exterior de accionamiento se sitúa esencialmente en el plano de la superficie exterior de la zona de apoyo en particular plana, sin saliente.

En una realización preferente de la invención, el saliente de accionamiento, en su posición no accionada (posición neutra) sobresale, al menos la mitad o todo el grosor del material de enrollado y, como máximo, dos veces el grosor del material de enrollado, de la respectiva superficie de apoyo en la dirección de movimiento de colocación en vaivén. De esta manera puede conseguirse un desencadenado adelantado, optimizado, de la señal de control, antes de que la zona de apoyo del brazo de colocación entre en contacto con la aleta lateral. Debe quedar claro que el periodo de tiempo y/o el tramo de enrollado entre el desencadenado de la señal de control y la toma de contacto de la zona de apoyo pueden ajustarse variando un desencadenado de la señal de control solo tras superarse una amplitud de movimiento ajustable del saliente de accionamiento desde su posición no accionada.

En un desarrollo de la invención, el brazo de colocación tiene una abertura de entrega de material de enrollado en su extremo del lado del tambor de enrollado, por la que el material de enrollado sale del espacio de transporte del brazo de colocación, para ser transferido a continuación, en particular sin guiado o sin contacto, al tambor de enrollado. De manera ventajosa, el sensor de recorrido está dispuesto en el brazo de colocación más cerca de un núcleo de tambor esencialmente cilíndrico del tambor de enrollado que el punto de salida de material de enrollado, por el que el material de enrollado sale del brazo de colocación, sin guiado, únicamente por el efecto de la gravedad y la fuerza de enrollamiento interna del material de enrollado. Preferiblemente, el sensor de recorrido está dispuesto en la dirección vertical por debajo del punto de salida de material de enrollado, discurriendo en particular el material de enrollado pasando sin contacto junto a los componentes del sensor de recorrido hasta el tambor de enrollado.

En una realización preferente de la invención, el brazo de colocación de acuerdo con la invención comprende una carcasa ensiforme, que está formada preferiblemente por dos placas de carcasa dispuestas una paralela a la otra y que se extienden en la dirección longitudinal del brazo de colocación, las cuales delimitan un espacio de transporte del brazo de colocación, que se extiende desde una sección de base de lado de aparato de ajuste hasta el extremo del lado del tambor de enrollado del brazo de colocación. El material de enrollado se hace pasar a través del espacio de transporte, que se extiende en la dirección longitudinal por todo el brazo de colocación, hasta una abertura de entrega de material de enrollado. Las placas de carcasa tienen en particular una superficie exterior, que se sitúa preferiblemente en un plano vertical. La zona de apoyo, en la que el extremo del lado del tambor de enrollado entra en contacto de apoyo con la aleta lateral del tambor de enrollado, está configurada en una sección de extremo axial de la superficie exterior de la respectiva placa de carcasa.

La zona de apoyo puede estar formada por una placa de desgaste, en particular desmontable, en particular de un material de baja fricción, tal como poliamida. La placa de desgaste está dispuesta, de manera intercambiable, preferiblemente en la sección de extremo axial de las dos placas de carcasa, en particular atornillada.

5 En un desarrollo de la invención, el elemento de contacto tiene un eje de pivotaje montado de manera estacionaria respecto al brazo de colocación. El eje de pivotaje está montado de manera giratoria en la carcasa del brazo de colocación en el interior del espacio de transporte. El eje de pivotaje permanece estacionario en cualquier posición operativa del saliente de accionamiento en el interior del espacio de transporte del brazo de colocación. El eje de pivotaje preferiblemente se extiende esencialmente en la dirección vertical, de modo que el respectivo saliente de accionamiento del elemento de contacto se hace pivotar esencialmente en un plano horizontal.

10 En una realización preferente de la invención, un sensor de movimiento de giro adicional tiene acceso al eje de pivotaje del elemento de contacto, de modo que, en particular tras superarse una amplitud de movimiento de pivotaje predeterminada del respectivo saliente de accionamiento, puede generarse y emitirse la señal de control.

15 Para generar la señal de control está alojado, en particular en el interior del espacio de transportes del brazo de colocación, un mecanismo de transmisión de movimiento de pivotaje. El mecanismo de transmisión de movimiento de pivotaje sirve para transmitir el movimiento de pivotaje del elemento de contacto alejándose del extremo del lado del tambor de enrollado hasta el extremo de lado de base de brazo de colocación, preferiblemente sin que se implemente la transmisión de movimiento, por conversión, en una señal electrónica. Solo a una distancia del extremo del lado del tambor de enrollado puede estar dispuesto un generador de señales eléctrico, que está dispuesto preferiblemente en el interior de o, dado el caso, fuera del espacio de transporte del brazo de colocación, y con ayuda del movimiento de pivotaje transmitido se genera y retransmite la señal de control. Preferiblemente, el mecanismo de transmisión de movimiento de pivotaje está implementado por un accionamiento angular, que transmite el movimiento de pivotaje del eje de pivotaje –de lado de saliente de accionamiento que se extiende esencialmente en la dirección vertical– del elemento de contacto a un árbol de transmisión que se extiende en la dirección longitudinal (dirección horizontal) del brazo de colocación.

20 En un desarrollo de la invención, el eje de pivotaje –de lado de saliente de accionamiento, que se extiende en particular esencialmente en la dirección vertical– del elemento de contacto está pretensado, en particular pretensado por resorte, de tal manera que el saliente de accionamiento siempre está forzado de su respectiva posición libre a la posición neutra no activada. Preferiblemente, el árbol de transmisión está dividido al menos en dos, de modo que una sección de árbol de lado de eje de pivotaje puede desmontarse, sin destruirse, de una sección de árbol alejada del eje de pivotaje. La división en dos sirve para el intercambio modular de todo el extremo del lado del tambor de enrollado del brazo de colocación, a fin de poder adaptar este último a materiales de enrollado de diferente grosor.

25 En un desarrollo de la invención, el elemento de contacto tiene una forma de estribo que forma una estructura anular cerrada. Preferiblemente, el estribo está implementado con simetría axial. En la posición no accionada del elemento de contacto, el eje de simetría de la estructura anular coincide, en la posición no accionada del elemento de contacto, con la dirección longitudinal del brazo de colocación. Los dos salientes de activación forman parte de la estructura triangular en forma de estribo. La estructura triangular está implementada preferiblemente isósceles, estando redondeada una zona de extremo próxima al respectivo saliente de accionamiento de la forma de estribo triangular. Los lados iguales están dispuestos en un ángulo de menos de 35° entre sí, preferiblemente de aproximadamente 30°.

30 Queda claro que el dispositivo de acuerdo con la invención así como el procedimiento de acuerdo con la invención pueden estar configurados de acuerdo con los dispositivos y procedimientos que se describen en las solicitudes de patente alemanas presentadas (10 2013 002 023.9, 10 2013 002 022.0, 10 2013 002 017.4, 10 2013 002 019.0 y 10 2013 002 020.4).

35 En una realización preferente del dispositivo, el soporte puede estar realizado únicamente para formar una zona de acople para la fijación del aparato de ajuste o de un aparato de manipulación, tal como el robot. Preferiblemente, el soporte tiene un rail para un sistema deslizante de rail. A través de un extremo del lado del tambor de enrollado del brazo de colocación se transfiere el material de enrollado al tambor de enrollado rotatorio, enrollándolo, durante el movimiento de colocación en vaivén axial, en particular lineal, del brazo de colocación. Preferiblemente, el movimiento en vaivén axial está orientado linealmente, meramente en traslación, y esencialmente en paralelo al eje de rotación del tambor de enrollado. En particular, el extremo del lado del tambor de enrollado describe el recorrido de colocación en vaivén axial lineal entre las dos aletas laterales opuestas del tambor de enrollado. Orientado en sentido opuesto al tambor de enrollado, el brazo de colocación tiene un receptáculo para recibir el material de enrollado que sale en particular de manera continua de una estación de extrusión. El receptáculo puede estar formada, por ejemplo, por una disposición en forma de estrella de varios rodillos libres, en particular cuatro. El receptáculo puede presentar adicionalmente una estructura portante, en la que pueden estar sujetos, por ejemplo, componentes electrónicos, pero también sistemas amortiguadores neumáticos para el montaje del brazo de colocación.

65 El dispositivo de enrollamiento de acuerdo con la invención tiene, en particular, una montura de brazo de colocación,

que guía el brazo de colocación en la dirección de colocación en particular axial respecto al soporte. El dispositivo de enrollamiento de acuerdo con la invención tiene, preferiblemente, un mecanismo de recuperación o de tensión que, en caso de una desviación del brazo de colocación –provocada en particular por el incremento axial de la capa de enrollamiento sobre el tambor de enrollado– en particular fuera de una posición neutra del brazo de colocación respecto al soporte, genera una fuerza de resorte o de tensión en particular elástica, dirigida en particular esencialmente de manera axial, y la comunica al brazo de colocación, a fin de presionar el brazo de colocación lateralmente contra la última vuelta de enrollamiento depositada sobre el tambor de enrollado.

El mecanismo de recuperación y la montura de brazo de colocación pretensan el brazo de colocación de tal manera que este se apoya presionando en particular por su extremo del lado del tambor de enrollado axialmente contra el enrollamiento, en particular la última vuelta de enrollamiento depositada. Cuanto mayor sea la desviación del brazo de colocación respecto al soporte, mayor será la fuerza de resorte que provoca la tensión axial.

En la posición neutra preferiblemente no actúa ninguna fuerza de resorte sobre el brazo de colocación y, por tanto, sobre la última vuelta de enrollamiento depositada. Preferiblemente, la fuerza de resorte generada por el mecanismo de recuperación actúa permanentemente sobre la última vuelta de enrollado depositada durante todo el movimiento de colocación en vaivén del brazo de colocación. La fuerza de resorte y, con ello, la tensión axial permanente del extremo del lado del tambor de enrollado del brazo de colocación contra la vuelta de enrollamiento presionan la última vuelta de enrollamiento depositada axialmente contra la vuelta de enrollamiento inmediatamente adyacente, con lo cual se ajusta una estructura de enrollado compacta y sin huecos. La flexibilidad implementada por la montura de brazo de colocación en la dirección de colocación combinada con la tensión de recuperación elástica en contra de la dirección de colocación permite una variación de posición del brazo de colocación que es provocada por el enrollamiento que se va construyendo poco a poco sobre el tambor de enrollado. Durante el enrollado de acuerdo con la invención, el brazo de colocación no realiza ningún procedimiento de ajuste establecido activamente, en particular regulado, sino que se adapta permanentemente de manera flexible a las particularidades geométricas y a las propiedades específicas del material del enrollamiento. En un desarrollo de la invención puede alcanzarse una automatización especialmente segura en cuanto a su funcionamiento del enrollamiento a altas velocidades de explotación y de enrollado de hasta 100 m/min y más. Adicionalmente a la montura flexible en traslación en la dirección de colocación, el brazo de colocación también puede estar montado de manera flexible en una dirección vertical.

La montura de brazo de colocación puede permitir, preferiblemente, un desplazamiento meramente de traslación del extremo de lado de soporte del brazo de colocación y, dado el caso, un movimiento vertical meramente de traslación del extremo de lado de soporte del brazo de colocación. Adicionalmente, dado el caso el brazo de colocación podría realizar, mediante una correspondiente montura de pivoteo de brazo de colocación de lado de soporte, un movimiento de pivoteo del brazo de colocación alrededor del extremo de lado de soporte del brazo de colocación, pudiendo permitirse un movimiento de pivoteo tanto en un plano axial como en un plano vertical. Esta montura de pivoteo de brazo de colocación solo tiene que permitir una amplitud de pivoteo de unos pocos grados, en particular de menos de 20°. Cuanto más larga sea la extensión longitudinal del brazo de colocación, menor tendrá que ser la amplitud de montura de pivoteo en la dirección vertical y en la dirección horizontal.

En una realización preferente de la invención, un extremo del lado del tambor de enrollado del brazo de colocación, que puede estar configurado por ejemplo como rueda de engranaje libre, está realizado de tal manera que el extremo del lado del tambor de enrollado, debido a la fuerza de resorte durante el movimiento de colocación en vaivén axial, en particular durante todo el movimiento en vaivén, entra en un contacto lateral en particular permanente con una cara lateral libre, al menos por secciones de su circunferencia, de la última vuelta de enrollamiento depositada, de modo que en particular el brazo de colocación está desviado en la dirección de colocación axial –conforme al incremento axial del enrollamiento que va a depositarse, es decir conforme a la desviación axial fuera de la posición neutra, por ejemplo gradualmente– la extensión axial de una vuelta de enrollamiento. De manera correspondiente a la desviación se genera, por el mecanismo de recuperación, una fuerza de presión de recuperación, que se comunica a través del extremo del lado del tambor de enrollado del brazo de colocación a la cara lateral de la última vuelta de enrollamiento depositada.

En una realización preferente de la invención, el mecanismo de recuperación comprende una suspensión controlable o ajustable en particular por la unidad de control y/o regulación, que en caso de una correspondiente desviación del brazo de colocación fuera de la posición neutra a una posición de desvío genera, en particular calcula y ajusta, una fuerza de resorte elástica. Queda claro que una suspensión controlable puede generar ya una fuerza de resorte, sin llevar aparejada una desviación del brazo de colocación fuera de una posición neutra. La fuerza de resorte está orientada de tal manera que su dirección de actuación se sitúa en paralelo a la dirección de colocación axial, en particular en paralelo al eje de rotación del tambor de enrollado. Para que el mecanismo de recuperación presione el extremo del lado del tambor de enrollado contra la última vuelta de enrollado depositada, la dirección de actuación de la fuerza de resorte es opuesta a la dirección de colocación.

La fuerza de resorte solo sirve, preferiblemente, para pretensar el brazo de colocación en la dirección axial contra el enrollamiento y apoyarlo en el mismo. El restablecimiento del brazo de colocación respecto al soporte lo implementa preferiblemente un aparato de ajuste que sostiene el soporte, tal como un robot, que al superarse un umbral de

desviación o una fuerza de resorte/tensión máxima guía el soporte en seguimiento respecto al brazo de colocación desviado.

5 En una realización preferente de la invención, el mecanismo de recuperación está formado por un actuador neumático, en particular por un par de actuadores neumáticos, de los cuales uno de los actuadores es responsable de la generación de la fuerza de resorte en cada caso en una dirección de colocación axial. El actuador neumático puede estar acoplado con una unidad de control y/o regulación, a fin de obtener señales de control adicionales condicionadas por el funcionamiento o por el enrollamiento, para aumentar o disminuir activamente la fuerza de resorte y, con ello, la fuerza de tensión con respecto al valor que se ajusta por lo demás conforme a la desviación axial.

10 Preferiblemente, el mecanismo de recuperación está conectado con una unidad de control y/o regulación, para que la fuerza de resorte y, con ello, la fuerza de tensión se mantenga durante el enrollado esencialmente en un rango límite establecido, en particular constante.

15 Durante el enrollado, la fuerza de resorte se genera gradualmente debido a la montura de brazo de colocación flexible. La fuerza de resorte puede restablecerse gradualmente en caso de superarse un umbral límite de un rango límite, sin permitir que la fuerza de resorte/tensión desaparezca, de modo que la fuerza de resorte siempre permanece dentro de los límites predeterminados. Un descenso de la fuerza de resorte se implementa mediante un correspondiente guiado del soporte en seguimiento respecto al brazo de colocación.

20 En un desarrollo de la invención, el mecanismo de recuperación tiene una unidad de control y/o regulación para ajustar la fuerza de resorte/tensión por ejemplo por medio del ajuste de la característica elástica del mecanismo de recuperación y/o un control para el ajuste de la amplitud de desviación del brazo de colocación. El respectivo equipo de control y/o regulación puede estar acoplado con un sensor, que detecta la amplitud de desviación del brazo de colocación fuera de la posición neutra y la comunica al equipo de control y/o regulación, tal como un microordenador. El microordenador puede establecer, por ejemplo, en el caso de una característica elástica constante del mecanismo de recuperación, una desviación teórica conforme a la cual se inicia un proceso de regulación.

30 En un desarrollo de la invención, la fuerza de resorte es ajustable. Por ejemplo, esto se implementa guiando el soporte en seguimiento respecto al brazo de colocación, que se apoya en el enrollamiento depositado, en particular en la última vuelta de enrollamiento depositada. Para ello, el dispositivo de enrollamiento de acuerdo con la invención comprende en particular un aparato de manipulación o ajuste, tal como un robot, con al menos dos, preferiblemente tres, ejes de movimiento, preferiblemente en un eje de movimiento vertical y en un eje de movimiento horizontal en la dirección de colocación del brazo de colocación, en particular en paralelo al eje de rotación del tambor de enrollado. El aparato de ajuste ajusta el soporte respecto al brazo de colocación que se apoya en el enrollamiento depositado, con lo cual la fuerza de resorte elástica que actúa entre el brazo de colocación y el soporte puede aumentarse o disminuirse. Preferiblemente hay una unidad de control y/o regulación para el dispositivo de enrollamiento, que ajusta la fuerza de resorte y, en particular, desencadena un guiado del soporte en seguimiento con respecto al brazo de colocación desplazado por el incremento de enrollamiento por medio del aparato de ajuste solo cuando el brazo de colocación ha superado un recorrido de desviación predeterminado o un umbral de desviación a lo largo del soporte.

45 Preferiblemente, el dispositivo de enrollamiento comprende un equipo de guiado en seguimiento, según el cual el soporte se guía siguiendo en la dirección de desplazamiento de colocación axial a medida que se acumula la fuerza de resorte elástica conforme al incremento de enrollamiento en la dirección axial. Para ello, el equipo de guiado en seguimiento tiene el aparato de ajuste que sostiene el soporte.

50 En una realización preferente de la invención, la montura del brazo de colocación está formada por un sistema deslizante bloque-raíl. El sistema deslizante bloque-raíl garantiza un guiado lineal del brazo de colocación respecto al soporte esencialmente en paralelo al eje de rotación del tambor de enrollado y restringido respecto al soporte. El raíl está formado en el lado del soporte, mientras que el bloque deslizante está formado en el lado de brazo de colocación. Debe quedar claro que el raíl también puede estar dispuesto en el lado de brazo de colocación cuando el bloque deslizante se sitúa en el lado de soporte. El mecanismo de recuperación está intercalado entre el bloque deslizante y el raíl, de modo que en el bloque deslizante y en el raíl están dispuestos los correspondientes puntos de transmisión de fuerza del mecanismo de recuperación. Al bloque deslizante está fijada la barra de colocación del brazo de colocación, mientras que el equipo de manipulación se acopla al raíl del soporte, para proporcionar el reajuste del soporte con respecto al brazo de colocación.

60 En una realización preferente de la invención, el extremo del lado del tambor de enrollado está montado de tal manera que, al menos durante una parte, preferiblemente para la totalidad del movimiento de colocación en vaivén, en particular hasta el cambio de dirección de colocación, el extremo del lado del tambor de enrollado es impulsado, formando un contacto lateral esencialmente axial con una cara lateral libre de la última vuelta de enrollamiento enrollada sobre el tambor de enrollado, por la capa de enrollamiento que se extiende axialmente a lo largo del recorrido de colocación. De esta manera se implementa un comportamiento flexible correctivo del brazo de

colocación necesario para la automatización, que se aproxima ya mucho a la manipulación manual por un operario experimentado, con lo cual en particular los desequilibrios geométricos del tambor de enrollado o del enrollamiento no afectan a una operación de enrollamiento automatizada. El extremo del lado del tambor de enrollado está formado preferiblemente por una rueda montada de manera que puede girar libremente en el brazo de colocación, de la que al menos una parte de la zona lateral sobresale más allá del brazo de colocación, a fin de poder entrar en contacto con la cara lateral todavía libre de la última vuelta de enrollamiento enrollada, y que es accionada en rotación en la dirección de rotación únicamente por el tambor de enrollado o por el material de enrollado ya situado sobre el tambor de enrollado. En la dirección de colocación, la rueda es arrastrada y desplazada axialmente por la capa de enrollamiento, que se incrementa axialmente de forma constante, a lo largo del recorrido de colocación. La rueda, a este respecto, rueda sobre el tambor de enrollado o la capa de enrollamiento ya depositada por completo al menos por el efecto del peso del brazo de colocación.

Por lo demás, una realización preferente de la invención se refiere a un dispositivo de posicionamiento o liberación, que sitúa el brazo de colocación, al menos durante el movimiento de colocación cerca de la aleta lateral del tambor de enrollado, en un ángulo de ataque "positivo" respecto a la extensión radial horizontal de la aleta lateral, inclinándolo alejándose de esa aleta lateral y hace pivotar el brazo de colocación, a lo largo del movimiento de colocación en vaivén, hasta la aleta lateral opuesta, en un ángulo de ataque "negativo" de manera inclinada alejándose de la otra aleta lateral. El dispositivo de posicionamiento está formado preferiblemente por el aparato de manipulación, tal como el robot de ajuste, el cual, a fin de ejercer el movimiento de pivotaje deseado alrededor del contacto de vuelta de enrollamiento, ajusta el soporte. El eje de pivotaje del movimiento de pivotaje se sitúa preferiblemente en la zona del extremo del lado del tambor de enrollado del brazo de colocación. El punto de pivotaje puede oscilar a lo largo del recorrido de colocación en vaivén. Basta con ajustar un ángulo de colocación de 1° a 20° . De manera correspondiente al ángulo de colocación está también inclinada la dirección de colocación giratoria del brazo de colocación con respecto a la dirección axial, que está definida por la montura de brazo de colocación, siendo el ángulo de inclinación máximo en los extremos axiales del movimiento de colocación en vaivén y disminuyendo a lo largo del movimiento de colocación en vaivén, al igual que el ángulo de colocación, y desapareciendo aproximadamente a mitad del recorrido de colocación y volviendo a aumentar, a continuación, en particular paulatinamente.

En una realización preferente de la invención, para el ajuste conforme al funcionamiento del brazo de colocación, en particular durante un cambio de dirección de la colocación en vaivén, hay una unidad de posicionamiento del brazo de colocación para el posicionamiento en particular vertical del brazo de colocación respecto al tambor de enrollado. La unidad de posicionamiento del brazo de colocación coopera con un sensor de recorrido para detectar al menos una posición predeterminada del brazo de colocación a lo largo del recorrido de colocación, provocando, dado el caso, el sensor de recorrido al alcanzarse la al menos una posición predefinida que la unidad de posicionamiento del brazo de colocación eleve el brazo de colocación, al menos aproximadamente la mitad del grosor del material de enrollado, preferiblemente aproximadamente una vez el grosor del material de enrollado o más de una vez el grosor del material de enrollado, y como máximo dos veces el grosor del material de enrollado, alejándose del tambor de enrollado o alejándose de la capa de enrollamiento ya depositada por encima. La unidad de posicionamiento del brazo de colocación puede presentar en particular una montura de pivotaje vertical para el brazo de colocación, estando dispuesto un eje de pivotaje del brazo de colocación en el lado del soporte. La montura de pivotaje puede estar formada, por ejemplo, tal que se pueda hacer pivotar en la dirección vertical una barra de colocación del brazo de colocación situada en el lado del tambor de enrollado respecto a la base del brazo de colocación del lado de soporte. Por lo demás, la unidad de posicionamiento del brazo de colocación puede presentar un elevador para la elevación en particular lineal del eje de pivotaje en la dirección vertical, estando formado el elevador, por ejemplo, por el aparato de manipulación, tal como el robot de ajuste, que actúa sobre el soporte para elevar linealmente en vertical el soporte junto con el eje de pivotaje de brazo de colocación. Para arrastrar el extremo del lado del tambor de enrollado pivotante durante la elevación, la montura de pivotaje presenta un tope de apoyo, que limita un descenso del extremo del lado del tambor de enrollado del brazo de colocación. La montura de pivotaje permite por un lado un transcurso de contacto flexible del extremo del lado del tambor de enrollado contra la capa de enrollado ya depositada y con ello un seguimiento libre perimetral de la capa de enrollado ya depositada y de sus desequilibrios radiales, y por otro lado el tope de apoyo limita un descenso del extremo del lado del tambor de enrollado partiendo del apoyo sobre la capa de enrollamiento, como máximo la mitad del grosor del material de enrollamiento, en caso de que el extremo del lado del tambor de enrollado llegue entre dos vueltas de enrollamiento adyacentes depositadas.

En una realización preferente de la invención hay, dispuesto en el brazo de colocación, un freno del material de enrollado que transfiere una fuerza de frenado al material de enrollado antes de alcanzar el tambor de enrollado para pretensar el material de enrollado. La fuerza de frenado puede ajustarse conforme al funcionamiento, en particular mediante una unidad de control y/o regulación.

En el procedimiento de acuerdo con la invención, el material de enrollado es transferido al tambor de enrollado rotatorio con ayuda de un movimiento de colocación en vaivén del brazo de colocación respecto a un soporte. El brazo de colocación se monta guiado en la dirección de colocación respecto a un soporte. En caso de desviación del brazo de colocación fuera de una posición de montaje respecto al soporte se genera una fuerza de resorte orientada

en la dirección de colocación axial, que actúa contra el enrollamiento depositado sobre el tambor de enrollado.

El procedimiento de acuerdo con la invención está definido preferiblemente con ayuda de los aspectos operativos y/o funcionales anteriormente mencionados del dispositivo de enrollamiento de acuerdo con la invención.

5 En una realización preferente de la invención, el dispositivo para enrollar el material de enrollado en forma de tira tiene un brazo de colocación, por el que el material de enrollado es transferido al tambor de enrollado rotatorio en un movimiento de colocación en vaivén en particular lineal del brazo de colocación. Preferiblemente, el movimiento de colocación en vaivén está limitado por las aletas laterales del tambor de enrollado. La dirección del movimiento de colocación en vaivén puede situarse principalmente en paralelo y/o ligeramente inclinada respecto a la dirección axial. El dispositivo de enrollamiento tiene una unidad de posicionamiento del brazo de colocación activa para el posicionamiento vertical del brazo de colocación respecto al tambor de enrollado, que en particular puede levantar y hacer descender el brazo de colocación exclusivamente en la dirección vertical. El dispositivo de enrollamiento comprende un sensor de recorrido para detectar al menos una posición predeterminada del brazo de colocación, provocándose, al alcanzarse la al menos una posición, preferiblemente a través de una unidad de control y/o regulación, que la unidad de posicionamiento del brazo de colocación aleje el brazo de colocación, aproximadamente al menos la mitad del grosor del material de enrollado, preferiblemente al menos aproximadamente una vez el grosor del material de enrollado, y como máximo dos veces el grosor del material de enrollado, alejándose del tambor de enrollado o del enrollamiento ya depositado por encima, en particular lo eleve en un movimiento exclusivamente vertical. En algunos casos es necesaria una elevación de más de dos o tres veces el grosor del material de enrollado, en particular –empíricamente– de más de 30 mm. La elevación vertical del brazo de colocación, en particular del extremo del lado del tambor de enrollado, para el cambio de dirección del movimiento de colocación en vaivén estaría limitada en el sentido de que el extremo del lado del tambor de enrollado, una vez colocada la primera vuelta de enrollamiento de la nueva capa de enrollamiento, será arrastrado por la vuelta de enrollamiento en la dirección de movimiento de colocación esencialmente axial, a fin de accionar el brazo de colocación para el movimiento de colocación en vaivén.

La unidad de posicionamiento del brazo de colocación proporciona, en particular, un movimiento de elevación exclusivamente vertical, a fin de iniciar el cambio de dirección del movimiento en vaivén, en el que, a continuación, una vez que la primera vuelta de enrollamiento de la nueva capa de enrollamiento ha entrado en acoplamiento lateral con el extremo del lado del tambor de enrollado elevado del brazo de colocación, la unidad de posicionamiento del brazo de colocación hace descender el brazo de colocación de vuelta hasta que el extremo del lado del tambor de enrollado entre, en particular o bien en rodadura o bien en deslizamiento, en contacto radial respecto a la capa de enrollamiento terminada.

En una realización preferente de la invención, el sensor de recorrido está dispuesto en un extremo del lado del tambor de enrollado del brazo de colocación. Preferiblemente, el sensor de recorrido es un elemento de contacto, que emite una señal de control eléctrica, en particular a una unidad de control y/o regulación o directamente al equipo de posicionamiento del brazo de colocación, cuando el brazo de colocación, en particular su extremo del lado del tambor de enrollado, alcanza la al menos una posición predefinida. Preferiblemente, la posición predefinida corresponde al final del movimiento de colocación en vaivén. Preferiblemente, la al menos una posición está definida por la toma de contacto del elemento de contacto con una cara interior de una aleta lateral del tambor de enrollado. Alternativamente, el final del movimiento en vaivén también puede suceder sin un contacto estructural con la aleta lateral del tambor de enrollado, por ejemplo alcanzado una distancia mínima determinada del extremo del lado del tambor de enrollado respecto a la aleta lateral, que puede ascender, por ejemplo, a entre aproximadamente dos veces el grosor del material de enrollado o aproximadamente una vez el grosor del material de enrollado o menos.

En una realización preferente de la invención, el sensor de recorrido tiene una rueda montada de manera que puede girar libremente, cuyo eje de giro puede hacerse pivotar en particular principalmente en la dirección axial alejándose de la aleta lateral del tambor de enrollado, con lo cual puede conseguirse el desencadenamiento de la señal de control eléctrica. La rueda del sensor de recorrido está montada de manera que puede girar, de tal manera que puede rodar, en contacto con la aleta lateral rotatoria, contra la misma, y en caso de un desplazamiento adicional del brazo de colocación en la dirección axial, puede hacerse pivotar de una posición pasiva a una posición activa, en la que la señal de control eléctrica se comunica, dado el caso a través de una unidad de control y/o regulación, al equipo de posicionamiento del brazo de colocación.

Preferiblemente, la rueda montada de manera que puede girar libremente del sensor de recorrido se apoya en el extremo del lado del tambor de enrollado del brazo de colocación en la zona de una posición “a las doce” con respecto al tambor de enrollado, en particular por el efecto del peso del brazo de colocación, tangencialmente sobre el tambor de enrollado o sobre una capa de enrollamiento esencialmente ya depositada.

En un desarrollo de la invención, el extremo del lado del tambor de enrollado del brazo de colocación está realizado para, durante el movimiento de colocación en vaivén, en particular al menos al alcanzarse la posición predeterminada, encontrarse en un contacto lateral permanente con una cara lateral libre de la última vuelta de enrollamiento depositada sobre el tambor de enrollado. El extremo del lado del tambor de enrollado pierde, al alejarse del enrollamiento, el contacto con la capa de enrollamiento y permanece en la posición sin contacto hasta

que el extremo del lado del tambor de enrollado es arrastrado, formando el contacto lateral con el lado lateral libre de la nueva vuelta de enrollamiento depositada por última vez, para el comienzo del movimiento de colocación en vaivén tras el cambio de dirección.

5 En una realización preferente de la invención, la unidad de posicionamiento del brazo de colocación tiene un cojinete de pivotaje para el pivotado de un extremo del lado del tambor de enrollado del brazo de colocación, en particular exclusivamente en un plano vertical. El cojinete de pivotaje permite un movimiento de pivotaje relativo entre la barra de colocación del brazo de colocación y la base de brazo de colocación, que está montada, también de manera móvil a través de la montura de brazo de colocación, en particular linealmente, esencialmente a lo largo de la
10 dirección axial del tambor de enrollado, en el soporte del dispositivo de enrollamiento. El aparato de manipulación, tal como el robot de ajuste, actúa sobre el soporte y es responsable del movimiento vertical para la elevación del eje de pivotaje del cojinete de pivotaje. El aparato de manipulación también puede encargarse de hacer avanzar en seguimiento el soporte en la dirección del movimiento de colocación en vaivén, para que el soporte pueda seguir el brazo de colocación que va por delante debido al incremento de enrollamiento axial.

15 Preferiblemente, la unidad de posicionamiento del brazo de colocación tiene un elevador para la elevación y/o el descenso en particular lineal del eje de pivotaje del cojinete de pivotaje, pudiendo estar formado el elevador, en una unión de componentes, por el aparato de manipulación, tal como el robot de ajuste. Por lo demás, la unidad de posicionamiento del brazo de colocación puede presentar un amortiguador para amortiguar el movimiento de
20 pivotaje.

En un desarrollo de la invención, el cojinete de pivotaje permite apoyar el extremo del lado del tambor de enrollado del brazo de colocación en el tambor de enrollado o en una capa de enrollamiento ya depositada por el efecto del peso. La unidad de posicionamiento del brazo de colocación, en particular el cojinete de pivotaje, puede comprender
25 un tope de apoyo, en particular como limitación de pivotaje inferior para limitar la movilidad vertical del brazo de colocación hacia el tambor de enrollado. Al apoyarse el extremo del lado del tambor de enrollado en el tambor de enrollado o en la última capa de enrollamiento depositada, el tope de apoyo está posicionado de tal manera que se permite un movimiento de aproximación libre, en particular únicamente amortiguado, del extremo del lado del tambor de enrollados hacia el tambor de enrollado de como máximo una vez el grosor del material de enrollado,
30 preferiblemente como máximo una cuarta parte del grosor del material de enrollado. Alternativa o adicionalmente a esto, el tope de apoyo puede servir para arrastrar el brazo de colocación, en particular la barra de colocación, para alejar el extremo del lado del tambor de enrollado alejándose del tambor de enrollado o alejándose de la capa de enrollamiento.

35 En una realización preferente de la invención, el dispositivo de enrollamiento de acuerdo con la invención comprende una montura de brazo de colocación que guía el brazo de colocación en una dirección de colocación que puede rotar, en particular según la posición axial a lo largo del recorrido de colocación, respecto al soporte en particular linealmente, y un mecanismo de recuperación o de pretensado que, en caso de desviación del brazo de colocación en la dirección de colocación respecto al soporte, transmite al brazo de colocación una fuerza de resorte o de tensión, a fin de empujar el brazo de colocación lateralmente, en esencia axialmente, contra la última vuelta de enrollamiento depositada sobre el tambor de enrollamiento. La montura de brazo de colocación puede presentar una configuración deslizante bloque-raíl, conforme a la cual el brazo de colocación está guiado linealmente respecto al soporte en la dirección de colocación. La dirección axial está definida por el eje de rotación del tambor de enrollado. La dirección de colocación, que puede rotar, puede situarse en paralelo con respecto a la dirección axial, en particular en función de la posición del brazo de colocación a lo largo del recorrido de colocación, y/o estar inclinada respecto a la misma, a fin de generar un ángulo de colocación del brazo de colocación, en particular de menos de 20° con respecto a la extensión radial horizontal de la aleta lateral del tambor de enrollado. El bloque deslizante está formado en el lado de brazo de colocación, estando formado el raíl en el lado de soporte. Un aparato de manipulación, tal como un robot de ajuste, hace avanzar el soporte en seguimiento, siguiendo el brazo de
40 colocación, y sirve para reducir la desviación creciente del brazo de colocación, provocada por el incremento axial de la capa de enrollamiento y que pasa siempre por delante del soporte que se hace avanzar en seguimiento. La fuerza de resorte sirve para presionar el brazo de colocación constantemente contra la última vuelta de enrollamiento depositada y en particular mantener una tensión contra la vuelta de enrollamiento y, con ello, el contacto con la vuelta de enrollamiento, cuando el aparato de manipulación guía el soporte siguiendo el brazo de colocación. El soporte solo debe guiarse en seguimiento en la medida en que, además, quede una fuerza de tensión suficiente en el brazo de colocación contra la última vuelta de enrollamiento depositada. Cuanto mayor sea la desviación del brazo de colocación respecto al soporte, mayor será la fuerza de resorte del mecanismo de recuperación. Con este aspecto de la invención se implementa una disposición apretada y compacta de manera óptima de una vuelta de enrollamiento respecto a otra.
55

60 En una realización preferente de la invención, el extremo del lado del tambor de enrollado está montado de tal manera que al menos para una parte, preferiblemente para la totalidad del movimiento de colocación en vaivén, en particular hasta el cambio de dirección de colocación, el extremo del lado del tambor de enrollado es impulsado, formando un contacto lateral esencialmente axial con una cara lateral libre de la última vuelta de enrollamiento enrollada sobre el tambor de enrollado, mediante la capa de enrollamiento que se extiende axialmente a lo largo del recorrido de colocación. De esta manera está implementado un comportamiento flexible de manera correctiva,
65

necesario para la automatización, del brazo de colocación, que se aproxima ya mucho a la manipulación manual de un operario experimentado, con lo cual desequilibrios en particular geométricos del tambor de enrollado o del enrollamiento no afectan a una operación de enrollamiento automatizado. El extremo del lado del tambor de enrollado está formado preferiblemente por una rueda montada de manera que puede girar libremente en el brazo de colocación, de la que al menos una parte de la zona lateral sobresale más allá del brazo de colocación, a fin de poder entrar en contacto con la cara lateral todavía libre de la última vuelta de enrollamiento enrollada, y que es accionada en rotación en la dirección de rotación únicamente por el tambor de enrollado o por el material de enrollado ya situado sobre el tambor de enrollado. En la dirección de colocación, la rueda es arrastrada y empujada axialmente por la capa de enrollamiento que se incrementa axialmente de forma constante a lo largo del recorrido de colocación. La rueda, a este respecto, rueda sobre el tambor de enrollado o la capa de enrollamiento ya depositada por completo al menos por el efecto del peso del brazo de colocación.

Por lo demás, una realización preferente de la invención se refiere a un dispositivo de posicionamiento o salida, que sitúa el brazo de colocación, al menos durante el movimiento de colocación cerca de la aleta lateral del tambor de enrollado, en un ángulo de ataque "positivo" respecto a la extensión radial horizontal de una aleta lateral inclinándolo alejándose de la aleta lateral y hace pivotar el brazo de colocación, a lo largo del movimiento de colocación en vaivén, hacia la aleta lateral opuesta en un ángulo de ataque "negativo" de manera inclinada alejándose de la otra aleta lateral. El dispositivo de posicionamiento está formado preferiblemente por el aparato de manipulación, tal como el robot de ajuste, que, a fin de ejercer el movimiento de pivoteo deseado alrededor del contacto de vuelta de enrollamiento, ajusta el soporte. El eje de pivoteo del movimiento de pivoteo se sitúa preferiblemente en la zona del extremo del lado del tambor de enrollado del brazo de colocación. El punto de pivoteo puede oscilar a lo largo del recorrido de colocación en vaivén. Basta con ajustar un ángulo de colocación de 1° a 20°. De manera correspondiente al ángulo de colocación está también inclinada la dirección de colocación del brazo de colocación que puede rotarse, definida por la montura de brazo de colocación, con respecto a la dirección axial, siendo el ángulo de inclinación correspondientemente máximo en los extremos axiales del movimiento de colocación en vaivén y disminuyendo a lo largo del movimiento de colocación en vaivén, al igual que el ángulo de colocación, y desapareciendo aproximadamente a mitad de recorrido de colocación así como volviendo a aumentar en particular paulatinamente, a continuación.

En una realización preferente de la invención, en el brazo de colocación está dispuesto un freno de material de enrollado que transmite una fuerza de frenado al material de enrollado antes de que este alcance el tambor de enrollado, a fin de pretensar el material de enrollado. La fuerza de frenado puede ajustarse, conforme al funcionamiento, en particular mediante una unidad de control y/o regulación.

En el procedimiento reivindicado para enrollar el material de enrollado en forma de tira, el material de enrollado es transferido, a través del brazo de colocación montado para el movimiento de colocación en vaivén, al tambor de enrollado rotatorio. Al menos una posición predeterminada del brazo de colocación está predeterminada para un cambio de dirección del movimiento de colocación en vaivén, determinándose el alcance de la al menos una posición por medio de un sistema sensor. Al alcanzarse la al menos una posición predefinida del brazo de colocación, el brazo de colocación se aleja, en particular se eleva, preferiblemente con ayuda de una unidad de control y/o regulación, aproximadamente al menos la mitad del grosor del material de enrollado, preferiblemente aproximadamente una vez el grosor del material de enrollado, y como máximo dos veces el grosor del material de enrollado, alejándose del tambor de enrollado o de la capa de enrollamiento ya depositada por encima.

Preferiblemente, la posición predeterminada para el cambio de dirección del movimiento de colocación en vaivén se alcanza cuando el extremo del lado del tambor de enrollado del brazo de colocación, que se encuentra en contacto permanente, en particular durante el desplazamiento del brazo de colocación a lo largo del recorrido de colocación, con el tambor de enrollado y/o la capa de enrollamiento ya depositada, entra en contacto con una cara interior de una aleta lateral del tambor de enrollado o, como muy tarde, cuando está a una distancia de como máximo dos veces el grosor del material de enrollado, preferiblemente de aproximadamente una vez el grosor del material de enrollado, respecto a la cara interior de la respectiva aleta lateral.

Otras realizaciones preferentes se indican en las reivindicaciones dependientes.

Otras particularidades, características y ventajas de la invención se explican mediante la siguiente descripción de una realización preferente de la invención con ayuda de los dibujos adjuntos, en los que muestran:

la figura 1 una vista en perspectiva de un dispositivo para enrollar un tubo de plástico extrudido de manera continua sobre un tambor de enrollado en un estado operativo inicial, en el que se deposita una primera capa de enrollado en el tambor de enrollado;

la figura 2a una vista en perspectiva del dispositivo de enrollamiento según la figura 1 poco antes del momento de la operación de cambio de dirección de colocación de enrollamiento;

la figura 2b una vista de detalle en perspectiva del acoplamiento de un extremo del lado del tambor de enrollado de un brazo de colocación sobre el enrollamiento y el tambor de enrollamiento conforme al estado

operativo según la figura 2a;

- 5 la figura 3a una vista en perspectiva del dispositivo de enrollamiento durante el estado operativo del cambio de dirección de colocación de enrollamiento;
- la figura 3b una vista de detalle en perspectiva del extremo del lado del tambor de enrollado del brazo de colocación conforme al estado operativo según la figura 3a;
- 10 la figura 4a una vista en perspectiva del dispositivo de enrollado en el momento de la operación tras el cambio de dirección de colocación de enrollamiento;
- la figura 4b una vista de detalle en perspectiva del extremo del lado del tambor de enrollado del brazo de colocación conforme al estado operativo según la figura 4a;
- 15 la figura 5 una vista en perspectiva del dispositivo de enrollamiento con ejes de movimiento de un soporte del dispositivo de enrollamiento así como del brazo de colocación;
- la figura 6 una vista en planta del dispositivo de enrollamiento en el estado operativo del cambio de dirección de colocación de enrollamiento según las figuras 3a y 3b;
- 20 la figura 7 una vista en perspectiva en planta del soporte del dispositivo de enrollamiento según la figura 1;
- la figura 8 una vista lateral en perspectiva del soporte según la figura 7;
- 25 la figura 9 otra vista en perspectiva del soporte según la figura 7 mirando hacia un freno de corrientes parásitas para el material de enrollado en un estado operativo pasivo;
- la figura 10 la vista lateral en perspectiva del soporte según la figura 7 con el freno de corrientes parásitas en un estado operativo activo;
- 30 la figura 11 un diagrama de velocidad de enrollado-recorrido para representar la dependencia de la velocidad de enrollado respecto de la posición axial de la guía;
- la figura 12 un diagrama recorrido-tiempo, en el que está representado el desplazamiento axial (X) con respecto al tiempo (t) durante una operación de inversión;
- 35 la figura 13 una vista en perspectiva del brazo de colocación de acuerdo con la invención para el dispositivo de enrollamiento de acuerdo con la invención;
- 40 la figura 14 una vista en perspectiva de una parte delantera del brazo de colocación sin una mitad de carcasa, estando desmontada una placa de carcasa para poder ver libremente el espacio de transporte del brazo de colocación;
- 45 la figura 15 una vista en planta de la parte delantera del brazo de colocación según la figura 14;
- la figura 16 una vista frontal del extremo del lado del tambor de enrollado del brazo de colocación de acuerdo con la invención;
- 50 la figura 17 una vista en sección transversal de la parte delantera del brazo de colocación según la figura 14; y
- la figura 18 una vista en perspectiva de los órganos de movimiento en su mayor parte alojados en el espacio de transporte del brazo de colocación del brazo de colocación de acuerdo con la invención.

55 En la figura 1, el dispositivo de enrollamiento de acuerdo con la invención está indicado, en general, con el número de referencia 1. El dispositivo de enrollamiento 1 sirve para enrollar un tubo de plástico 3, extrudido de manera continua por una estación de extrusión no representada en detalle, tal como un denominado tubo protector para cables, sobre un tambor de enrollado 5, debiendo conseguirse un enrollamiento lo más uniforme posible sin espacio intermedio entre cada una de las vueltas de enrollamiento 17 y con una pendiente de enrollado esencialmente constante de un vez la anchura del tubo de plástico por revolución, tal como está representado, por ejemplo, en las

60 figuras 1 a 4b.

El tambor de enrollado 5 comprende un núcleo de tambor 7 esencialmente cilíndrico, a cuyos dos extremos axiales está fijada en cada caso una aleta lateral 11a, 11b, que se extiende en la dirección radial. Concéntricamente respecto a la simetría de revolución del tambor de enrollado 5 está montado un eje de rotación 13 del tambor de enrollado 5 de manera estacionaria (con respecto a un suelo de referencia B, sobre el que se encuentra el dispositivo de enrollamiento 1), alrededor del cual rota el tambor de enrollado 5 para efectuar la operación de

65

enrollamiento. El eje de rotación 13 define una dirección axial, a la que también se hará referencia a continuación respecto a la definición de los movimientos de los componentes móviles del dispositivo de enrollamiento 1.

5 Por motivos económicos, el tambor de enrollado 5 estándar suele estar fabricado de madera, pudiendo desviarse el núcleo de tambor 7 así como también las aletas laterales 11a, 11b ligeramente, pero no de manera despreciable, de una forma con simetría ideal. El núcleo de tambor 7 cilíndrico puede presentar excentricidades radiales, mientras que las aletas laterales 11a, 11b pueden formar desequilibrios axiales. También los tambores de enrollado 5 de otro material, tal como plástico, se desvían con frecuencia, fortuitamente o por motivos de fabricación, de una forma de revolución con simetría ideal.

10 Tal como está representado en la figura 1, el tubo de plástico 3 extrudido está enrollado, en una capa de enrollamiento inicial, ya más de la mitad axial del tambor de enrollado 5 alrededor del núcleo de tambor 7. A continuación, la última vuelta de enrollamiento que acaba de aplicarse sobre el núcleo de tambor 7 estará dotada de la referencia 17. La vuelta de enrollamiento 17 tiene, hasta que se haya depositado circunferencialmente la siguiente vuelta de enrollamiento por completo y se haya apoyado lateralmente, una cara lateral 18 axial libre por secciones de su circunferencia, a la que se hará referencia a continuación, sobre todo, en un punto circunferencial aproximadamente "a las doce horas" (contacto con la rueda de acoplamiento 43).

15 El tubo de plástico 3 está extrudido cilíndricamente de manera continua a lo largo de su extensión y puede presentar un diámetro exterior de 5 mm a 30 mm o 40 mm. El grosor del tubo de plástico 3 puede situarse en aproximadamente del 10 % al 60 % del radio del tubo exterior. El tubo de plástico 3 se conforma de manera continua en una estación de extrusión (no representada) y llega a través de un tren de enfriamiento (baño de agua) al dispositivo de enrollamiento 1, que puede estar precedido por un sistema de almacenamiento intermedio del tubo de plástico (3) (no representado), mediante el cual se compensarán las velocidades de transporte diferentes del tubo de plástico 3 en su dirección longitudinal durante la operación de extrusión así como durante el enrollado. El sistema de almacenamiento intermedio no representado puede estar configurado, por ejemplo, como un péndulo vertical que, debido a la capacidad de desplazamiento vertical de una rueda inversora, puede compensar una velocidad demasiado reducida/demasiado elevada del dispositivo de enrollamiento 1 con respecto al dispositivo de extrusión, adoptando la rueda inversora una posición vertical más alta/más baja. De esta manera puede conseguirse un tramo de almacenamiento intermedio para el tubo de plástico (3) extrudido para un proceso de fabricación continuo, antes de que este llegue al dispositivo de enrollamiento 1.

20 El dispositivo de enrollamiento 1 de acuerdo con la invención se compone esencialmente de cuatro componentes principales, concretamente un soporte 23, un mecanismo de recuperación 61, un robot de ajuste 71 solo indicado en la figura 5 y un brazo de colocación 27 de acuerdo con la invención.

25 El brazo de colocación 27 de acuerdo con la invención tiene la forma tal como, por ejemplo, una motosierra con una base de brazo de colocación 28 (base de actuadores/motor) así como una barra de colocación 29 (espada), que se extiende desde la base de brazo de colocación 28 esencialmente en la dirección horizontal hasta el tambor de enrollado 5 y que lo toca directa o indirectamente. La base de brazo de colocación 28 tiene en su lado frontal orientado en sentido opuesto al tambor de enrollado 5 un receptáculo 21 (figuras 6, 9 y 10) para recibir el tubo de plástico 3 que sale de manera continua en particular de una estación de extrusión. El receptáculo 21 comprende pares de rodillos 25 dispuestos en forma de estrella, que delimitan una abertura de enhebrado, para garantizar un enhebrado guiado horizontal y verticalmente del tubo de plástico 3 hacia el interior del brazo de colocación 27. La base de brazo de colocación 28 está formada, principalmente, por un soporte de perfil 57, que está compuesto por varias placas de soporte ensambladas entre sí. En las placas de soporte pueden colocarse componentes funcionales del dispositivo de enrollamiento 1, tales como un microordenador, actuadores, etc.

30 El soporte 23 sostiene de forma móvil el brazo de colocación 27 y tiene, en la realización representada, un raíl 51, al que está fijado un brazo de agarre del robot de ajuste 71. El raíl 51 coopera con un bloque deslizante 53 de la base de brazo de colocación 28 de tal manera que el brazo de colocación 27 puede moverse en vaivén a lo largo del recorrido lineal del bloque deslizante.

35 La barra de colocación 29 se extiende principalmente en una dirección horizontal, aproximadamente en perpendicular a la dirección axial 13 alejándose de la base de brazo de colocación 28 hasta el tambor de enrollado 5, estando dimensionado el brazo de colocación 27 de tal manera que se adentra en su dirección longitudinal sobre el núcleo de tambor 7 (hasta aproximadamente su centro axial) (visto en la dirección de elevación A).

40 La barra de colocación 29 tiene dos placas de guiado y sujeción 31a, 31b verticales, dispuestas en paralelo entre sí. Entre las dos placas de guiado y sujeción 31a, 31b, que presentan en su dirección de extensión esencialmente horizontal una anchura vertical esencialmente constante, estando formado un intersticio de guiado para la formación de un espacio de transporte 32 para el tubo de plástico 3. Para que el tubo de plástico 3 pueda deslizarse de forma segura desde el receptáculo 21 a lo largo del brazo de colocación 27 entre las placas de guiado y sujeción 31a, 31b, pueden estar montadas de manera giratoria unos rodillos directores en el intersticio de guiado en las placas de sujeción y guiado 31a, 31b que forman un canal de guiado definido localmente a través del espacio de transporte 32.

En un extremo del lado del tambor de enrollado 33 del brazo de colocación 27 está montada un dispositivo de transmisión de material de enrollado 34, en particular en forma de un par de rodillos 35, con ejes de giro horizontales, también en el espacio de transporte 34, que garantizan una transferencia guiada del tubo de plástico 3 desde el extremo del lado del tambor de enrollado 33 del brazo de colocación 27 hacia el tambor de enrollado 5.

5 Entre la base de brazo de colocación 28 y el extremo del lado del tambor de enrollado 33 se extiende una estructura portante 30 en forma de brazo o de barra. La estructura portante 30 puede estar limitada lateralmente por placas dispuestas verticalmente y que delimitan el espacio de transporte 32. En la estructura portante 30 están montados de manera giratoria varios rodillos de guiado para el guiado del material de enrollado.

10 En un lado superior del extremo del lado del tambor de enrollado 33 está situado un sensor de recorrido 36 en una primera forma de realización de un elemento de contacto 37. El elemento de contacto 37 comprende una rueda de contacto montada de manera que puede girar libremente, cuyo eje de giro está dispuesto verticalmente. También puede utilizarse otro sistema sensor de recorrido conocido por el estado de la técnica. La rueda de contacto tiene un estado operativo pasivo a lo largo del movimiento de colocación W del brazo de colocación 27 entre la aleta lateral
15 izquierda 11b y la aleta lateral derecha 11a opuesta, en el que el eje de giro se sitúa en un intersticio de guiado de la barra de colocación 29. Preferiblemente, en cuanto la rueda de contacto del elemento de contacto 37 se acopla con la cara interior 41 radial de la respectiva aleta lateral 11a, 11b, la rueda de contacto, en particular su eje de giro vertical, se desvía en la dirección axial, porque la rueda de contacto sobresale axialmente en el extremo del lado del tambor de enrollado 33 del brazo de colocación 27 en ambas direcciones axiales y, para una desviación axial, está
20 montada de manera pivotante en el brazo de colocación 27. Con la desviación axial de la rueda de contacto, el elemento de contacto 37 emite una señal de contacto eléctrica a una unidad de control y/o regulación, no representado en detalle, que procesa la señal de contacto para el funcionamiento de enrollado posterior del dispositivo de enrollamiento 1. El desencadenamiento de la señal de contacto eléctrica puede iniciarse y retransmitirse inmediatamente tras el movimiento de la rueda de contacto fuera de su posición central no activada o
25 bien con un retardo dependiente del recorrido una vez alcanzada una amplitud de movimiento de pivotaje predeterminada.

30 En el extremo del lado del tambor de enrollado 33 del brazo de colocación 27 está configurada una zona de apoyo 38, en la que el extremo del lado del tambor de enrollado 33 del brazo de colocación puede ponerse en contacto por rozamiento con la pared de aleta lateral 11a, 11b del tambor de enrollado 5. Para ello, la montura de pivotaje 39 del sensor de recorrido 34 está diseñada de tal manera que la rueda de contacto del elemento de contacto 37 se hace pivotar al menos hasta la altura del lado exterior alejándose de la respectiva zona de apoyo 38, de modo que el saliente de accionamiento de la rueda de contacto ha descendido por completo en dirección lateral y la respectiva zona de apoyo 38 se libera. Una realización de sensor de recorrido alternativa se describe más abajo.

35 En el lado inferior, opuesto al lado superior, del extremo del lado del tambor de enrollado 33 está montada de manera estacionaria una rueda de acoplamiento 43 de manera que puede girar libremente en el brazo de colocación 27, cuyo eje de giro se sitúa de manera esencialmente horizontal en paralelo al eje de rotación 13 del tambor de enrollado 5. La superficie de rodadura de la rueda de acoplamiento 43 se encuentra en contacto de rodadura directo
40 con el núcleo de tambor 7 accionado o una capa de enrollamiento ya depositada. Una zona lateral libremente accesible de la rueda de acoplamiento 43 se apoya, durante el enrollado, con un contacto de pretensado a presión predominantemente axial, en la cara lateral 18 axial de la última vuelta de enrollamiento 17 depositada.

45 La anchura radial de la superficie de rodadura de la rueda de acoplamiento 43 esta dimensionada de tal manera que es mayor que la mitad del diámetro exterior del tubo de plástico 3, pero menor que el diámetro exterior del tubo de plástico 3.

50 El brazo de colocación 27 está montado a través de una montura de pivotaje de lado de soporte (23), que no está ilustrada en detalle, de manera pivotante verticalmente, discurriendo un eje de pivotaje S de lado de soporte horizontalmente, al menos en función de la posición de recorrido de colocación, en paralelo al eje de rotación 13 del tambor de enrollado 5. Para controlar el movimiento de pivotaje del brazo de colocación 27 en un plano vertical está prevista una unidad de amortiguación 45, que está fijada por un lado al soporte 23 y por otro lado a un saliente 47 en el lado superior de la barra de colocación 29. La unidad de amortiguación 45 garantiza un movimiento de pivotaje amortiguado del brazo de colocación 27 alrededor del eje de pivotaje S del lado de soporte. Hay un tope de pivotaje
55 (no representado), que limita un pivotado descendente del brazo de colocación 27 en el plano vertical hacia abajo hacia el tambor de enrollado 5. El tope de pivotaje garantiza que la rueda de acoplamiento 43 no penetre entre dos vueltas de enrollamiento ya depositadas y se meta por completo entre las mismas, a fin de evitar un acoplamiento de contacto de la rueda de acoplamiento 43 con una capa de enrollamiento completa situada por debajo. La movilidad de pivotaje del brazo de colocación 27 y la posición del tope de pivotaje están configuradas respecto al brazo de colocación 27 de tal manera que la rueda de acoplamiento 43, durante el movimiento de colocación en vaivén, se encuentra en contacto de rodadura con el núcleo de tambor 7 cilíndrico o la última capa de enrollamiento depositada. El tope de pivotaje detiene sin embargo un descenso de la rueda de acoplamiento 43 a partir de como máximo la mitad del grosor del tubo de plástico 3, de modo que se evita un contacto rodante sobre la última capa de enrollamiento colocada por completo.

65 El soporte 23 puede desplazarse respecto al eje de rotación 13 estacionario o con respecto al suelo de referencia B

estacionario de una nave de fabricación, agarrando un robot de ajuste 71, que está montado de manera estacionaria sobre el suelo de referencia B, el soporte 23, sujetándolo y posicionándolo de manera correspondiente a la operación de enrollado conforme al control.

5 En la figura 5 están representados parcialmente los ejes de movimiento del robot de ajuste 71, pudiendo mover el robot de ajuste 71 el soporte 23 en dirección horizontal, que corresponde a la dirección axial (eje de rotación 13) y esencialmente a la dirección de colocación V, y linealmente en la dirección de elevación A y pudiendo el robot de ajuste 71 hacer pivotar el soporte 23 alrededor del contacto lateral K (alrededor del eje de giro D).

10 El punto de acoplamiento de la rueda de acoplamiento 43 con el núcleo de tambor 7 o la capa de enrollamiento ya depositada forma un punto de accionamiento, en el que el brazo de colocación 27 es desplazado por el incremento axial de la capa de enrollamiento 15 axialmente por delante del soporte 23. Esto puede describirse como un movimiento de reacción flexible de seguimiento del brazo de colocación 27, que sigue inmediatamente a la colocación axial continua de las vueltas de enrollamiento 17 y al incremento axial de la capa de enrollamiento 15.

15 movimiento de pivotaje vertical alrededor del eje de pivotaje S, a causa del apoyo de la rueda de acoplamiento 43 en el tambor de enrollado 5 y de un incremento radial de las capas de enrollamiento, implementa un reajuste en seguimiento del brazo de colocación 27 montado en el soporte 23 inicialmente estacionario. El movimiento de cesión del brazo de colocación 27 y el movimiento de reajuste del soporte 23 se indican con las dobles flechas V, A en la figura 5.

20 El robot de ajuste 71 sostiene el soporte 23 con ayuda de el raíl 51, que coopera con el bloque deslizante 53, que está formado por una placa de base 55 y un soporte de perfil 57 que se extienden hacia abajo desde la misma. El bloque deslizante 53 y el raíl 51 forman una montura en traslación, cuya dirección de colocación V en traslación está dispuesta esencialmente o de manera aproximada en paralelo a la dirección axial horizontal (eje de rotación 13). La disposición bloque deslizante (53) - raíl (51) confiere al brazo de colocación 27 una libertad de movimiento con respecto al soporte 23 solo en la dirección de colocación V, de modo que el bloque deslizante 53 solo puede desplazarse en la dirección de colocación V respecto al robot de ajuste 71, en particular con su brazo de agarre (no representado). La disposición raíl (51) - bloque deslizante (53) proporciona una capacidad para ceder axialmente para el brazo de colocación 27. La capacidad para ceder axialmente se crea por el grado de libertad de movimiento en la dirección de colocación V. Para que la rueda de acoplamiento 43 no pierda, durante la operación de colocación entre las dos aletas laterales 11a, 11b, el contacto con la cara lateral de la última vuelta de enrollamiento depositada 17, entre el bloque deslizante 53 y el raíl 51 actúa un mecanismo de recuperación o pretensado 61, que genera una fuerza elástica de recuperación o de tensión, tan pronto como el brazo de colocación 27 se desvía de una posición neutra predefinida respecto al soporte 23, en la que no actúa ninguna fuerza de resorte del mecanismo de recuperación 61 entre el raíl 51 y el bloque deslizante 53, en la dirección de colocación V, causado por la extensión axial de la capa de enrollamiento 15. A este respecto, el valor de la fuerza de resorte es tanto mayor cuanto mayor sea la amplitud de desviación del brazo de colocación 27 respecto a la posición neutra. El mecanismo de recuperación 61 está formado por un par de actuadores 63, 65 neumáticos, cuyos detalles están indicados en las figuras 7 a 10. Un actuador neumático 65 o 63 está activo para la generación de la fuerza de resorte solo en una de las direcciones de colocación V (por ejemplo de la aleta lateral 11a a la aleta lateral 11b), mientras que el otro actuador neumático (65 o 63) está activo en la dirección de colocación V opuesta (de la aleta lateral 11b a la aleta lateral 11a).

45 Si el brazo de colocación 27 es desplazado en la dirección de colocación V por la colocación horizontal periódica de la vuelta de enrollamiento 17, el extremo 33 del brazo de colocación 27 se desplaza junto con el bloque deslizante 53 en la dirección de colocación V lineal respecto a el raíl 51, que permanece mientras tanto en su posición principalmente estacionaria sin verse afectada, hasta que se reajusta, por ejemplo en caso de superarse un umbral de desviación del bloque deslizantes 53, por el robot de ajuste 71, lo que disminuye la fuerza de resorte del mecanismo de recuperación. Debido al movimiento relativo entre el bloque deslizante 53 y el raíl 51, el actuador neumático 63 o 65 (en función de la dirección de colocación axial) se tensa neumáticamente, de modo que en el actuador neumático 63, 65 se genera la fuerza de resorte elástica de manera neumática, que se comunica a través del bloque deslizante 53 al brazo de colocación 27 y, por último, pretensa la rueda de acoplamiento 43 axialmente contra la cara lateral 18 libre de la última vuelta de enrollado 17 enrollada. Con la recuperación-tensión axial está garantizado que todas las vueltas de enrollamiento 17 se depositen en la dirección axial de forma apretada unas contra otras de manera adyacente, a fin de conseguir la sucesión de enrollamiento uniforme deseada, y puede reaccionarse de manera flexible y adaptada a anomalías geométricas así como específicas del material.

60 Debe quedar claro que el actuador neumático 63, 65 también puede generar, independientemente de la colocación del brazo de colocación 27, una fuerza de resorte neumática, controlada de manera activa, activándose por ejemplo el actuador neumático neumáticamente a través de una unidad de control y/o regulación no representado en detalle, por ejemplo en función de un estado operativo predeterminado. Para implementar una construcción lo más sencilla posible, el actuador neumático 63 no está controlado y acumula (únicamente) fuerzas de recuperación elásticas cuando el brazo de colocación 27 es llevado fuera de su posición neutra en la dirección de colocación V.

65 Para mantener esencialmente constante la fuerza de resorte axial que presiona la rueda de acoplamiento 43 contra la cara lateral 18 libre de la última vuelta de enrollamiento 17, la desviación axial entre el bloque deslizante 53 y el

raíl 51 se mantiene esencialmente constante o al menos dentro de un intervalo límite. Para ello se utiliza un sensor de posición no representado, que monitoriza con ayuda de una unidad de control y/o regulación (no representado en detalle) una amplitud de desviación teórica mínima y máxima predefinida. Si se superan o no se llega a las mismas, el robot de ajuste 71 guía el raíl 51 en seguimiento siguiendo el movimiento de desviación del brazo de colocación 27, pudiendo corresponder la etapa de avance en seguimiento aproximadamente a una vez el grosor del tubo de plástico 3. De esta manera se garantiza que la fuerza de resorte elástica por el desplazamiento en seguimiento de el raíl 51 se reduzca por la acumulación periódica de la desviación.

Para implementar el enrollamiento deseado alrededor del núcleo de tambor 7 del tambor de enrollado 5, el tubo de plástico 3 recibe, durante el enrollado alrededor del núcleo de tambor 7, en la mayor medida posible en su dirección longitudinal, una fuerza constante de tensión por tracción.

De acuerdo con la invención, en el soporte 23, en particular en el bloque deslizante 53, está dispuesto un freno electromagnético, en particular un freno de corrientes parásitas 67, que puede llevarse de una posición operativa activa, tal como está ilustrada en la figura 10, a una posición operativa pasiva (véase la figura 9). El freno de corrientes parásitas 67, que dado el caso puede ser ajustado y manipulado por una unidad de control y/o regulación no representada en detalle, sirve para transmitir la fuerza de tensión por tracción esencialmente uniforme al tubo de plástico 3. Como ejemplo, el freno de corrientes parásitas 67 puede presentar dos rotores magnéticos, que rotan en un campo magnético generado electromagnéticamente, pudiendo desplegarse y replegarse el respectivo rotor magnético, para ajustar la fuerza de frenado electromagnética. Para introducir suficientes fuerzas de retardo por rozamiento en el tubo de plástico 3 está prevista una correa dentada 72, que está tensada alrededor de dos rodillos desviadores del freno de corrientes parásitas 67. La correa dentada 72 tiene dientes que discurren transversalmente, a fin de garantizar un acoplamiento deseado con el tubo de plástico 3 y la transmisión de la fuerza de rozamiento. En una configuración alternativa de la correa 72 también puede estar previsto un perfil de valle/cresta que discurre en la dirección longitudinal, que está conformado de manera complementaria en forma con respecto al tubo de plástico 3.

A continuación se describe cómo se inicia una nueva capa de enrollamiento 15 "elevada" en la dirección radial del tambor de enrollado 5, aproximadamente cuando se ha concluido una capa de enrollamiento sobre el núcleo de tambor 7 o una capa de enrollamiento ya depositada y se forma encima una "nueva" capa. Para ello se hace referencia, en particular, a las figuras 2a a 4b.

En las figuras 2a y 2b puede verse un estado operativo, en el que una primera capa de enrollamiento 15 se ha terminado aproximadamente sobre el núcleo de tambor 7. La rueda de acoplamiento 43 discurre contra el núcleo de tambor 7 cilíndrico, presionando la fuerza de resorte axial generada por el mecanismo de recuperación 61 la vuelta de enrollamiento 17 que acaba de depositarse previamente axialmente contra la vuelta de enrollamiento adyacente. Antes de que se haya completado la última vuelta de enrollamiento 17 de la primera capa de enrollamiento 15, la rueda de contacto del elemento de contacto 37 entra en acoplamiento rodante con la cara interior 41 de la aleta lateral 11a. A medida que avanza la operación de enrollamiento, la rueda de contacto se desvía horizontalmente, con lo cual la señal de control del elemento de contacto 37 se envía a una unidad de control y/o regulación no representada en detalle. Esta provoca, una vez recibida la señal de control, una elevación vertical del brazo de colocación 27, elevando el robot de ajuste 71 el soporte 23 y su raíl 51 en la dirección de elevación A esencialmente no más del grosor del tubo de plástico 3, arrastrando el tope de pivotaje vertical no representado en detalle el brazo de colocación 27 en la dirección de elevación vertical, a fin de elevar el extremo del lado del tambor de enrollado 33 del brazo de colocación 27 aproximadamente más del grosor del diámetro exterior del tubo de plástico 3 sobre la capa de enrollamiento 15 que acaba de completarse. Este estado operativo del extremo del lado del tambor de enrollado 33 elevado está ilustrado en las figuras 3a y 3b, al igual que el elemento de contacto 37 desviado. En la posición final axial del extremo del lado del tambor de enrollado 33 del brazo de colocación 27 no hay, provisionalmente, contacto entre la rueda de acoplamiento 43 y el tubo de plástico 3. Mediante el enrollado adicional continuo, el tubo de plástico 3 se deposita en el hueco de enrollamiento que todavía queda con respecto a la aleta lateral 11a, hasta que se forma la primera vuelta de enrollamiento de la "nueva" capa de enrollamiento 15. En primer lugar, la zona lateral libremente accesible de la rueda de acoplamiento 43 entra en contacto lateral K con la cara lateral 18 de la primera vuelta de enrollamiento 17 de la nueva capa de enrollamiento 15 que va a depositarse, estando elevada la superficie de rodadura de la rueda de acoplamiento 43 brevemente todavía alejada de la capa de enrollamiento 15 que ya se ha terminado de depositar. Solo después de que la primera vuelta de enrollamiento 17 arrastre la rueda de acoplamiento 43 en la dirección de colocación V, desciende la rueda de acoplamiento 43, de modo que su superficie de rodadura entra en contacto rodante con la capa de enrollamiento 15 depositada por completo. Este estado operativo está ilustrado en las figuras 4a y 4b, en el que la rueda de acoplamiento 43 se encuentra por un lado en contacto rodante con la capa de enrollado 15 que acaba de depositarse y, por otro lado, se encuentra en tensión con su zona lateral descubierta en contacto lateral K con la cara lateral 18 de la primera vuelta de enrollamiento 17. En este estado operativo, el brazo de colocación 27 es desplazado de nuevo en la dirección axial respecto al soporte 23, con lo cual el mecanismo de recuperación 61 genera la fuerza de resorte que presiona la rueda de acoplamiento 43 contra la vuelta de enrollado 17 que acaba de depositarse. El hecho de que el brazo de colocación 27 está ya desviado alejándose de la posición final axial, puede verse también en la posición de la rueda de contacto del elemento de contacto 37, que se encuentra de nuevo en el estado operativo pasivo y ya no está en contacto rodante con la cara interior 41 de la aleta lateral 11a.

En la figura 6 puede verse que el brazo de colocación 27, en su posición final axial representada en la figura 6, está inclinado respecto a la dirección radial horizontal H_R en un ángulo de ataque α , conforme al cual el brazo de colocación 27 está inclinado, partiendo de su extremo del lado del tambor de enrollado 33, alejándose de la aleta lateral derecha 11a hasta el centro del tambor de enrollado. Esto garantiza que la rueda de contacto del elemento de contacto 37 tenga suficiente espacio para un pivotado hacia fuera, a fin de generar y emitir la señal de control, sin que el extremo 33 del brazo de colocación 27 entre en conflicto por contacto con la cara interior 41 de la aleta lateral 11a, 11b.

A lo largo del movimiento de colocación axial desde la aleta lateral derecha 11a hacia la aleta lateral izquierda 11b disminuye un ángulo de ataque (positivo) α , de modo que, aproximadamente en el centro axial del tambor de enrollado 5, la extensión longitudinal del brazo de colocación 27 coincide con la dirección radial horizontal H_R , mientras que el brazo de colocación 27, en la posición final de colocación axial opuesta, está inclinado en un ángulo de ataque (negativo) α en particular de igual magnitud, igualmente hasta el centro del tambor de enrollado 5. También en esta posición puede desencadenarse el elemento de contacto 37 de forma segura, al desviarse la rueda de contacto lateralmente.

En ambas posiciones finales de colocación axiales del brazo de colocación 27, la aleta lateral 11a, 11b que se extiende en la dirección radial no entra en conflicto de movimiento con el brazo de colocación 27 inclinado respecto a la misma.

La unidad de control y/o regulación ya mencionado, no representado en detalle, que puede alojarse en particular en la estructura portante 30 puede utilizarse en particular exclusivamente para ajustar la velocidad angular del tambor de enrollado 5 en función de la posición radial y/o axial de la guía (del brazo de colocación 27), en particular de su extremo del lado del tambor de enrollado 33. Queda claro que la unidad de control y/o regulación también puede asumir las funciones de control anteriormente mencionadas. Preferiblemente, la unidad de control y/o regulación está firmemente unida con la placa de base 55. No obstante, también pueden considerarse otros lugares de fijación para la unidad de control y/o regulación.

Durante la colocación en espiral del tubo de plástico 3 sobre el tambor de enrollado 5 se enhebra el extremo delantero del tubo de plástico en primer lugar a través de una abertura en la aleta lateral 11 del tambor de enrollado 5 e inmediatamente pegado a la misma contra la cara interior 41 de la aleta lateral 11a, 11b se enrolla manualmente por medio de un operario para la primera capa de enrollado a una velocidad angular baja (véase la figura 11; INICIO), aumentando poco a poco la velocidad angular U .

Antes de que comience el enrollamiento, se inicializa la detección de recorrido del brazo de colocación 27 en la unidad de control y/o regulación, concretamente se pone a "0". A partir de esta inicialización del proceso de colocación (en INICIO según la figura 11) comienza una detección en particular continua de la posición del brazo de colocación 27. Después de que los primeros enrollamientos de la capa de enrollado 15 (por ejemplo véase la figura 1) se apoyen contra el núcleo de tambor 7, la velocidad de enrollado U se aumenta a una velocidad de enrollado máxima $U_{m\acute{a}x}$, de modo que a partir de una posición variable o establecida de antemano X_1 para la primera capa de enrollado 15 se alcanza la velocidad de enrollado máxima $U_{m\acute{a}x}$. Durante la colocación en espiral de la capa de enrollado 15 en la denominada zona central axial C del tambor de enrollado 5 (véase la figura 6), que se sitúa entre X_1 y X_2 , X_5 y X_6 , (figura 11) o entre las posiciones axiales P_a y P_b , (figura 6), se mantendrá constante la velocidad de enrollado máxima $U_{m\acute{a}x}$ (véase la figura 11).

Debe quedar claro que la velocidad angular correcta del tambor de enrollado 5 es decisiva para el éxito del enrollamiento. Evidentemente también puede adaptarse el proceso de regulación con ayuda de la velocidad circunferencial a la respectiva capa de enrollamiento 15. En la descripción de las figuras se hace referencia, para mayor claridad, a la velocidad de enrollamiento como magnitud de regulación.

Cuando el brazo de colocación 27 alcanza, proveniente de la zona central C, la posición axial X_2 predeterminada, o P_a o P_b , lo que puede determinarse por ejemplo mediante la detección de la posición axial del brazo de colocación 27 o mediante la detección de la longitud de material de enrollado ya enrollado, la unidad de control y/o regulación desencadena una denominada operación de aleta lateral o de inversión, en la que en primer lugar se reduce poco a poco de manera continua la velocidad de enrollado, concretamente hasta una velocidad de enrollado mínima $U_{m\acute{i}n}$, que se mantendrá constante durante el resto de la delicada operación de pared (X_3 - X_4) (figura 11). Una vez concluida la operación de pared (en X_4), en particular al alcanzarse una posición tras el inicio del movimiento del brazo de colocación 27 hacia la aleta lateral 11a o 11b opuesta (alejada del brazo de colocación) del tambor de enrollado 5, la velocidad de enrollado aumenta continuamente de manera constante entre X_4 y X_5 conforme a la disminución de velocidad de enrollado previa entre X_2 y X_3 y, en la posición X_5 , que puede estar predeterminada o calcularse durante el proceso enrollamiento, alcanza la velocidad de enrollado máxima $U_{m\acute{a}x}$.

Debe quedar claro que en la figura 11 no está representada la dirección del movimiento axial del brazo de colocación 27, sino solo la velocidad de enrollado U independientemente de un valor de recorrido de ajuste axial, absoluto $|X|$ desde el INICIO. La dirección de movimiento axial del brazo de colocación 27 cambia en las respectivas posiciones de ajuste X' , X'' , en el transcurso de las cuales permanece constante la velocidad de enrollado mínima

U_{\min} .

En general, las posiciones de ajuste o bien pueden introducirse mediante la unidad de control y/o regulación de manera predeterminada, o bien calcularse durante el proceso de enrollamiento y variarse en función de progreso de enrollamiento.

En la figura 12 está ilustrada la operación de inversión con ayuda de un diagrama de recorrido-tiempo, en el que está representado el desplazamiento axial X con respecto al tiempo t. En el instante en el que se alcanza la posición de inversión por la guía, el brazo de colocación 27, es decisivo el momento t_0 . Según la figura 12, antes de alcanzarse el momento de inversión t_0 puede verse una forma de gráfica escalonada, en la que estará claro el avance en seguimiento gradual del brazo de colocación 27 en la dirección axial con respecto a la capa de enrollamiento que va por delante durante la operación de enrollado normal. Queda claro que no es necesaria ninguna forma escalonada, sino que también son posibles otros recorridos de trayectoria, en particular curvados. Puede constatarse que se acumulan fuerzas de recuperación axiales, que permiten presionar el brazo de colocación 27 contra la cara lateral 18 libre de la última vuelta de enrollamiento, al desplazarse hacia delante el brazo de colocación 27 respecto al soporte 23 de la guía en la dirección axial X debido al progreso de enrollamiento; el enrollamiento que se construye axialmente en espiral presiona el brazo de colocación 27 contra el equipo de pretensado elástico que actúa en el interior de la guía, con lo cual se acumulan fuerzas de recuperación elásticas debido al movimiento relativo.

Al alcanzarse la posición de inversión X_0 en el momento t_0 se desencadena la operación de inversión. Cuando se alcanza la posición de inversión X_0 , la unidad de control y/o regulación provoca un desplazamiento libre vertical del brazo de colocación 27 alejándose del tambor de enrollado 5, bastando de acuerdo con la invención con un desplazamiento libre radial de 30 mm para compensar desequilibrios radiales máximos del núcleo de tambor 7 del tambor de enrollado 5. Resulta esencial en el desplazamiento libre del brazo de colocación 27 ajustar el extremo del lado del tambor 33 permanentemente sin contacto con respecto a la última capa de enrollamiento 15 depositada. Durante el tiempo de desplazamiento libre radial t_0 a t_1 , conforme al cual se recorren aproximadamente 0,8 revoluciones del tambor de enrollado 5, el brazo de colocación 27 no se desplaza en la dirección axial y permanece en la posición de inversión X_0 . Hasta el momento t_1 no varía el trayecto axial (X).

La figura 11 y la figura 12 están relacionadas en el sentido de que la posición de inversión X_0 según la figura 12 corresponde esencialmente a la posición X_2 o X_6 según la figura 11. Durante el periodo t_0 a t_1 , durante el cual el brazo de colocación 27 permanece en la posición de inversión X_0 (X_2 o X_6), la velocidad de enrollado U se mantiene todavía sin cambios.

A partir del final del desplazamiento libre t_1 , el soporte 23 y con ello el brazo de colocación 27 (cuyo extremo 33 ya no se apoya en la capa de enrollamiento depositada) se hace avanzar adicionalmente en la dirección axial hacia la aleta lateral 11a, 11b del tambor de enrollado 5, a fin de garantizar un apoyo completo del extremo del lado del tambor de enrollado 33 del brazo de colocación 27 en la aleta lateral 11a, 11b ininterrumpidamente durante todo el recorrido del tambor de enrollado 5. El recorrido de avance axial está ilustrado en la figura 12 con X_0 a X_1 . Una vez concluido el avance hasta el momento t_2 , el tambor de enrollado 5 puede hacerse girar adicionalmente aproximadamente 0,4 revoluciones.

En el momento t_1 (en la posición de inversión X_0 (X_2 o X_6 según la figura 11)), la velocidad se reduce para el avance adicional de la guía.

A partir del final del avance (t_2 , X_1) puede efectuarse una corrección de posición del brazo de colocación 27 o del soporte 23, a fin de ajustar por ejemplo las fuerzas de recuperación en el cojinete deslizante de rail o variar la posición del brazo de colocación 27 respecto al tambor de enrollado 5. La fase de corrección puede durar aproximadamente 0,6 revoluciones del tambor de enrollado 5.

Al final de la corrección t_3 , la guía, concretamente el soporte 23 junto con el brazo de colocación 27, se ajusta en la dirección de movimiento de colocación de vuelta, opuesta a la dirección de movimiento de colocación de ida, para ajustar sin contacto el brazo de colocación 27 con respecto a la aleta lateral 11a, 11b del tambor de enrollado 5. A este respecto, el recorrido de retroceso es aproximadamente igual al recorrido de avance, pero también puede implementarse mayor o menor, de modo que quede garantizado que el extremo del lado del tambor de enrollado 33 del brazo de colocación 27 ya no entra en la zona de contacto de la aleta lateral 11a, 11b del tambor de enrollado 5. El retroceso puede durar aproximadamente 0,2 revoluciones del tambor de enrollado 5. Al final del retroceso t_4 , el brazo de colocación 27 desciende de nuevo de vuelta sobre la capa de enrollamiento 15 ya depositada y entra en contacto rodante con la misma. Durante el descenso del brazo de colocación 27 hasta el momento t_5 , el soporte 23 del brazo de colocación 27 permanece en la posición axial, que corresponde en particular a una posición neutra, en la que no actúa ninguna fuerza de resorte. En el momento t_5 , la nueva vuelta de enrollamiento depositada entra en contacto de apoyo lateral con la rueda de acoplamiento 43 y arrastra el brazo de colocación 27 en la dirección de movimiento de colocación de vuelta, lo que estará representado por la forma de gráfica que se inclina hacia abajo. Para no permitir que las fuerzas de recuperación se vuelvan demasiado grandes, el soporte 23, tal como se describió anteriormente, se hace avanzar en seguimiento respecto al brazo de colocación 27 contiguo mediante el

robot de ajuste 71. Como muy pronto en el momento t_5 se comenzará con la variación de la velocidad de enrollado a $U_{\text{máx}}$, a fin de conseguir un enrollamiento lo más rápido posible a lo largo del núcleo de tambor 7.

5 En general, el desplazamiento axial X se refiere al movimiento de ajuste del soporte 23, siendo el desplazamiento del soporte 23 mediante el robot de ajuste 71 y el desplazamiento flexible del brazo de colocación 27 debido a la montura deslizante en el soporte 23 y al progreso del enrollado aproximadamente igual en el caso en el que el brazo de colocación 27 no se apoya en la aleta lateral 11a, 11b del tambor de enrollado 5 o la cara lateral de la última vuelta de enrollamiento.

10 En las figuras 13 a 18 están representados detalles de una realización preferente del brazo de colocación 27 de acuerdo con la invención, usándose para componentes similares o idénticos del brazo de colocación 27, descritos previamente mediante las figuras anteriores, las mismas referencias, a fin de facilitar la legibilidad de la descripción de las figuras.

15 El brazo de colocación 27 comprende tres componentes principales, concretamente la base de brazo 28, por la que se introduce el material de enrollado, el extremo del lado del tambor de enrollado 33, por el que se entrega el material de enrollado, así como una estructura portante 30 alargada situada entremedio, que forma la mayor parte del brazo de colocación 27. El extremo del lado del tambor de enrollado 33 está unido de manera separable e intercambiable con la estructura portante 30 a través de interfaces 110, 111. De esta manera, en caso de variación
20 de la dimensión del material de enrollado, basta con intercambiar solamente el extremo del lado del tambor de enrollado 33 por uno adaptado a la dimensión, mientras que todos los demás componentes (28, 30) del brazo de colocación 27 pueden conservarse. Estos otros componentes están configurados de manera independiente de la dimensión del material de enrollado. Solo el extremo del lado del tambor de enrollado 33 está realizado de manera específica respecto al material de enrollado debido al elemento de contacto 37, que se explica a continuación como configuración alternativa, y al dispositivo de transmisión de material de enrollado 34.

30 Como puede verse en las figuras 13 a 18, el elemento de contacto 37 está configurado en una realización alternativa sin rueda de contacto, pero implementado con salientes de activación 101a, 101b que discurren por rozamiento contra la pared de aleta lateral 11a, 11b. Los salientes de activación 101a, 101b forman parte de una estructura de estribo o anular cerrada del elemento de contacto 37, que en la vista en planta presenta una forma triangular con dos lados largos de igual longitud, que se sitúan en un ángulo de en cada caso aproximadamente 15° respecto a la dirección de extensión longitudinal del brazo de colocación 27. Los lados largos se extienden hasta un lado frontal de conexión, que forma el extremo libre del elemento de contacto 37 y del extremo del lado del tambor de enrollado 33. Las esquinas de la estructura anular triangular están redondeadas.

35 Los salientes de activación 101a, 101b están montados, junto con la estructura anular, de manera pivotante alrededor de un eje de pivotaje 100 que se extiende en la dirección vertical, de modo que los respectivos salientes de activación 101a, 101b pueden introducirse en cada caso con la respectiva aleta lateral 11a, 11b pivotando de tal manera que su zona de esquina se sitúa a la altura de la superficie exterior de la zona de apoyo 38a, 38b y no sobresale ninguna distancia lateralmente de la superficie exterior. En esta posición libre del respectivo saliente de accionamiento, la zona de apoyo 38 del extremo del lado del tambor de enrollado 33 del brazo de colocación 27 toca la cara interior de la respectiva pared de aleta lateral 11a, 11b. Cuando el brazo de colocación 27 se mueve alejándose de la respectiva pared de aleta lateral 11a, 11b y libera la zona de apoyo 38, entonces la estructura anular del elemento de contacto 37 llega por sí sola a su posición central, no accionada (véanse las figuras 13-18)
40 por medio de un medio de forzado no representado en detalle, tal como un resorte, preferiblemente un resorte giratorio. La tensión de resorte puede actuar directamente sobre la estructura anular o en una parte de engranaje, como el eje de pivotaje 100, etc.

50 El elemento de contacto 37 está equipado con un accionamiento angular 103, para convertir el movimiento de pivotaje del eje de pivotaje 100 vertical, que está acoplado rígidamente con la estructura anular, en un movimiento de pivotaje alrededor de un árbol de transmisión 105 que se extiende en la dirección de extensión longitudinal del brazo de colocación 27. La multiplicación del accionamiento angular 103 para la transmisión del movimiento de pivotaje es preferiblemente de 1:1.

55 Al árbol de transmisión 105 está acoplado un emisor de señales (no representado) dispuesto en la estructura portante 30, el cual, tras el comienzo del movimiento o tras superarse una amplitud de pivotaje predeterminada de la estructura anular, emite una señal de control eléctrica, para comunicar al equipo de control y/o regulación que debe iniciarse la operación de inversión. La señal de control puede desencadenarse inmediatamente con el comienzo del pivotado o retardarse hasta alcanzarse una amplitud de pivotaje predeterminada.

60 El árbol de transmisión 105 está dividido en dos, estando acoplada la sección de árbol 107 de lado de sensor de recorrido con la sección de árbol 109 de lado de estructura portante (30) por medio de un acoplamiento de garras 110 separable, que permite un desmontaje de la sección de árbol 107, 109 delantera y trasera la una de la otra. Contiguo a la sección de árbol 109 está el emisor de señales. Junto al acoplamiento de garras 110 forman también
65 la placas de guiado y sujeción 31b y 31a una interfaz 111 separable, para separar una sección de placa de carcasa orientada hacia el tambor de enrollado 5 de una sección de placas de carcasa de lado de base.

Las interfaces de montaje (110, 111) permiten desacoplar el extremo del lado del tambor de enrollado 33 junto con sus elementos funcionales, tales como la entrega de material de enrollado 34, las ruedas de entrega 35, las piezas de elemento de contacto así como la comunicación mecánica del elemento de contacto 37 con respecto al emisor de señales, a fin de poder adaptar el dispositivo de acuerdo con la invención y en particular la mayor parte del brazo de colocación 27 de acuerdo con la invención conforme al uso para un material de enrollado dimensionado de manera determinada. Se ha mostrado que aquellas partes componentes en el espacio de transporte 32 a este lado de las interfaces de montaje (110, 111) pueden diseñarse para múltiples materiales de enrollado de diferente tamaño, pero que el extremo del lado del tambor de enrollado 33 ha de adaptarse específicamente al material de enrollado por lo que respecta al dimensionamiento. En particular el dispositivo de transmisión de material de enrollado 34 y los salientes de activación 101a, 101b que sobresalen de la zona de apoyo 38 son adaptables al grosor del material de enrollado.

Es especialmente ventajosa la implementación meramente mecánica del elemento de contacto 37 con respecto al emisor de señales sobre la base de acoplamientos separables, tales como el acoplamiento de garras 110, de modo que no es necesaria ninguna transmisión de señales electrónica entre el extremo del lado del tambor de enrollado 33 y la unidad de control y/o regulación dispuesta en el lado de soporte. De esta manera, un intercambio del extremo del lado del tambor de enrollado 33 se resuelve de manera meramente mecánica, con lo cual también operarios no experimentados pueden efectuar un cambio del extremo del lado del tambor de enrollado 33 para ajustar el brazo de colocación 27 al material de enrollado que va a enrollarse.

Las características divulgadas en la descripción previa, en las figuras y en las reivindicaciones pueden ser importantes, tanto individualmente como en cualquier combinación, para la implementación de la invención en las diversas configuraciones.

25

Lista de referencias

	1	dispositivo de enrollamiento
	3	tubo de plástico
30	5	tambor de enrollado
	7	núcleo de tambor
	11a, 11b	aleta lateral derecha e izquierda, aleta lateral
	13	eje de rotación
	13'	dirección axial
35	15	capa de enrollamiento
	17	vuelta de enrollamiento
	18	cara lateral de 3
	21	receptáculo
	23	soporte
40	25	pares de rodillos
	27	brazo de colocación
	28	base de brazo de colocación
	29	barra o lanza de colocación
	30	estructura portante
45	31a, 31b	placas de guiado y sujeción
	32	espacio de transporte
	33	extremo del lado del tambor de enrollado
	34	dispositivo de transmisión del material de enrollado
	35	rodillos de entrega
50	36	sensor de recorrido
	37	elemento de contacto
	38	zona de apoyo
	41	cara interior
	43	rueda de acoplamiento
55	45	unidad de amortiguación por resorte
	47	saliente
	51	rail
	53	bloque deslizante
	55	placa de base
60	57	soporte de perfil
	61	mecanismo de recuperación
	63, 65	actuadores neumáticos
	67	freno de corrientes parásitas
	71	robot de ajuste
65	72	correa dentada
	100	eje de pivotaje

	101a, 101b	saliente de accionamiento
	103	accionamiento angular
	105	árbol de transmisión
	107	árbol de transmisión
5	109	sección de árbol
	110	acoplamiento de garras
	111	interfaz de placa
	α	ángulo de ataque
	α'	ángulo de inclinación
10	A	dirección de elevación
	B	suelo de referencia
	C	zona central axial
	D	eje de giro
	H _R	extensión radial horizontal
15	K	contacto lateral
	M	dirección de giro de 5
	S	eje de inclinación
	V	dirección de colocación
	W	recorrido de colocación en vaivén
20		

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para enrollar en espiral un material de enrollado en forma de tira, tal como un tubo de plástico (3) extrudido de manera continua, sobre un tambor de enrollado (5) accionado de manera giratoria, en el que
- 5 a) el material de enrollado es transferido al tambor de enrollado (5) rotatorio a través de una guía (27) montada para un movimiento de colocación en vaivén axial, que se ajusta respecto al tambor de enrollado (5) esencialmente de manera correspondiente al progreso de enrollamiento; en el que, en el recorrido axial del enrollado en espiral de una capa de material de enrollado (15), la velocidad angular del tambor de enrollado (5) se ajusta en función de la posición axial de la guía (27) respecto al tambor de enrollado (5) y
- 10 b) al alcanzarse una posición de inversión X_0 , se efectúa una operación de inversión, en la que:
- i) la guía que llega en un movimiento de colocación de ida a la posición de inversión X_0 se aleja esencialmente en una dirección vertical radial alejándose del tambor de enrollado (5); y
- 15 ii) durante o después del alejamiento (i), la guía se hace avanzar adicionalmente un tramo de avance axial en la dirección de movimiento de colocación de ida respecto al tambor de enrollado (5) de tal manera que en la dirección de movimiento de colocación en vaivén axial se sobrepasa la posición de inversión X_0 .
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la posición de inversión X_0 se alcanza cuando un brazo de colocación (27) de la guía que se extiende hacia el tambor de enrollado (5) se encuentra en contacto de apoyo con una aleta lateral (11a, 11b) del tambor de enrollado (5) o un elemento de contacto (37) dispuesto en un extremo del lado del tambor de enrollado (33) del brazo de colocación (27) desencadena una señal de contacto, proporcionando el elemento de contacto (37) una señal de activación de operación de inversión al menos al alcanzarse la posición de inversión X_0 y/o teniendo el elemento de contacto (37) un saliente de accionamiento (101a, 101b) para un contacto de apoyo con una aleta lateral (11a, 11b) del tambor de enrollado (5) que, en una posición no accionada en la dirección de movimiento de colocación en vaivén, sobresale de la guía, y que está montado de manera móvil sobre la guía, de modo que el saliente de accionamiento (101a, 101b) se desplaza para permitir un contacto de apoyo de la guía en la respectiva aleta lateral (11a, 11b) del tambor de enrollado (5).
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en el que, durante el alejamiento radial (i), la guía permanece esencialmente sin desplazamiento axial hacia delante en la posición de inversión X_0 y/o solo se provoca el avance (ii) cuando el alejamiento (i) de la guía ha concluido al menos en su mayor parte y/o cuando, tras alcanzarse la posición de inversión, ha transcurrido un tramo o un tiempo de enrollado (t_1) predeterminado.
- 30 4. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones anteriores, en el que (iii) tras el avance (ii), se monitoriza la posición axial de la guía respecto a la posición de inversión en la dirección de movimiento de colocación en vaivén axial por medio de una medición de posición real de la guía, y, dado el caso, se corrige, no provocándose la corrección de posición (iii) hasta que haya transcurrido un tramo o un tiempo de enrollado (t_2) predeterminado.
- 40 5. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones anteriores, en el que (iv) tras el avance axial (ii) y en su caso tras la corrección de posición (iii), una vez transcurrido un tramo o un tiempo de enrollado (t_3) predeterminado, la guía se hace retroceder en la dirección axial de movimiento de colocación de vuelta, opuesta a la dirección de movimiento de colocación de ida, respecto al tambor de enrollado (5) desde la aleta lateral (11a, 11b), para ajustar la guía de regreso a la posición de inversión y/o retirarla del apoyo con la aleta lateral (11a, 11b).
- 45 6. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones anteriores, en el que (v) tras el avance (ii) y/o el retroceso (iv), la guía se mueve esencialmente en una dirección vertical radial hacia el tambor de enrollado (5), para poner en contacto un extremo de contacto libre de la guía con el tambor de enrollado (5) o con una capa de espiral (15) ya enrollada, en el que durante la aproximación radial (v), la guía permanece esencialmente sin desplazamiento axial hacia delante en la posición de inversión y/o solo se provoca un movimiento de colocación de vuelta de abandono de la posición de inversión cuando la aproximación (v) de la guía ha concluido al menos en su mayor parte y/o cuando el extremo de contacto de la guía se encuentra en contacto con la capa de espiral (15) ya enrollada.
- 50 7. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones anteriores, en el que la guía, durante el movimiento de colocación en vaivén (a) se ajusta hacia la posición de inversión según una rutina de enrollado predeterminada respecto al tambor de enrollado (5), según la cual un extremo del lado del tambor de enrollado (33) de un brazo de colocación (27) de la guía se encuentra en acoplamiento de contacto con el tambor de enrollado (5) o con una capa de espiral (15) ya depositada y/o la guía se hace avanzar a lo largo de un recorrido de colocación de vaivén entre las posiciones de inversión próximas a la respectiva aleta lateral (11a, 11b) según el incremento de enrollamiento axial sobre el tambor de enrollado (5), en el que el brazo de colocación (27) de la guía, que se monta linealmente en dirección axial respecto a un aparato de manipulación o ajuste, tal como un robot, se reajusta siguiendo el avance (ii) correspondiendo a un recorrido de avance en seguimiento predeterminado o regulado, en el que el brazo de colocación (27), al avanzar (ii) y al seguir, permanece desplazado respecto a una posición neutra, de modo que el brazo de colocación (27) es presionado axial y lateralmente contra la última vuelta de enrollamiento depositada sobre el tambor de enrollado (5), en el que una fuerza de resorte que actúa sobre la vuelta de enrollamiento depende de la magnitud del desplazamiento del brazo de colocación (27) respecto a la posición neutra.
- 55 60 65

8. Procedimiento según la reivindicación 7, en el que la guía que llega en un movimiento de colocación de ida a la posición de inversión X_0 se aleja esencialmente en una dirección vertical radial del tambor de enrollado (5), para liberar un extremo de contacto libre de la guía del tambor de enrollado (5) o de una capa de espiral (15) ya enrollada, en el que para la operación de inversión (b), en el momento del alejamiento (i) del brazo de colocación (27) y en el momento de la retirada del contacto, el brazo de colocación (27) se encuentra en una posición neutra y/o el brazo de colocación (27) permanece durante el avance (ii) en la posición neutra hasta que el extremo de contacto del brazo de colocación (27) llega a apoyarse en la aleta lateral, en el que, correspondiendo a un avance (ii) que va más allá de la posición de inversión, se acumula una fuerza de resorte en la dirección axial en un cojinete deslizando de rail, y/o en el que, para la operación de inversión al corregir (iii) y/o al retroceder (iv), el brazo de colocación (27) se lleva esencialmente a la posición neutra para que no actúe esencialmente ninguna fuerza de resorte, en el que, durante el movimiento del brazo de colocación (27) hacia el tambor de enrollado (5) (v), el brazo de colocación (27) está en la posición neutra, desviándose el brazo de colocación (27) de la posición neutra según el progreso del enrollamiento de la última vuelta de enrollamiento tan pronto como el extremo de contacto del brazo de colocación (27) entra en dicho contacto de acoplamiento con la capa de espiral (15), para generar una fuerza de tensión sobre el brazo de colocación que empuja el brazo de colocación (27) lateralmente contra la última vuelta de enrollamiento enrollada, manteniendo un avance en seguimiento del brazo de colocación (27) correspondiente al progreso del enrollamiento la fuerza de tensión actuante esencialmente constante.
9. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la velocidad angular para la creación de una capa de espiral se modifica al alcanzarse una posición axial preconfigurada de la guía (27) respecto al tambor de enrollado y/o se reduce en caso de constatarse una pérdida de contacto de un extremo del lado del tambor de enrollado de la guía con el tambor de enrollado (5) o con la última capa de material de enrollado (15) enrollada y se aumenta en caso de restablecimiento del contacto.
10. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la velocidad angular a lo largo del movimiento de colocación axial de la guía (27) se reduce al aproximarse la guía (27) a una aleta lateral (11a, 11b) del tambor de enrollado (5), se mantiene reducida durante una operación de aleta lateral de la guía (27) y al alejarse la guía (27) de la aleta lateral (11a, 11b) del tambor de enrollado (5) para crear un primer enrollamiento de la nueva capa de material de enrollado (15) a colocar, en el que para un movimiento de colocación de la guía (27) hacia la aleta lateral (11a, 11b) opuesta, se aumenta de nuevo la velocidad angular en una zona central axial (C) del tambor de enrollado (5).
11. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones anteriores 1 a 10, en el que el tambor de enrollado (5) se opera con al menos dos velocidades angulares, entre una velocidad angular máxima y una velocidad angular mínima, para crear una capa de material de enrollado (15), en el que una primera velocidad angular, la velocidad angular máxima, se ajusta a más de 50 r.p.m. durante el enrollado en espiral del material de enrollado a lo largo de una zona central axial del tambor de enrollado (5), en el que una segunda velocidad angular, la velocidad angular mínima, se ajusta a menos de 70 r.p.m. al alcanzarse una posición axial predeterminada de la guía (27) respecto al tambor de enrollado (5).
12. Procedimiento según la reivindicación 11, en el que la zona central axial está delimitada por dos posiciones axiales predeterminadas, de modo que durante el enrollado en espiral dentro de la zona central, se ajusta la primera velocidad angular y, durante el enrollado en espiral de una capa de material de enrollado (15) entre la respectiva posición axial predeterminada y un extremo axial del tambor, se ajusta la segunda velocidad angular.
13. Procedimiento según la reivindicación 11 o 12, en el que la zona central ocupa más del 50 % de la anchura de enrollado total axial entre las aletas laterales (11a, 11b) del tambor de enrollado (5), en el que la posición axial predeterminada se establece a una distancia axial con respecto a un extremo de tambor de menos del 20 % de la anchura de enrollado total axial entre las aletas laterales (11a, 11b) y/o solo se aumenta o se reduce la velocidad angular al salir de la zona central en la respectiva posición axial predeterminada, en el que ambas posiciones axiales predeterminadas se establecen a una distancia axial igual con respecto al respectivo extremo axial del tambor.
14. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones anteriores 1 a 13, en el que para una aproximación de la guía (27) al extremo axial del tambor, antes de depositar la última o la penúltima vuelta de enrollamiento de la capa de material de enrollado (15), y/o después de que un sensor de recorrido (36), tal como un elemento de contacto (37), haya emitido, para la detección de al menos una posición predeterminada de la guía, una señal de activación, se reduce la velocidad angular del tambor de enrollado y/o, durante el alejamiento axial de la guía (27) de la aleta lateral (11a, 11b), después de que se hayan colocado por completo al menos una o dos vueltas de enrollamiento, se aumenta la velocidad angular.
15. Dispositivo para enrollar en espiral un material de enrollado en forma de tira, tal como un tubo extrudido de manera continua de plástico, sobre un tambor de enrollado (5) accionado de manera giratoria, que comprende: una guía, tal como un brazo de colocación (27), a través de la cual se transfiere el material de enrollado al tambor de enrollado (5) enrollándolo durante un movimiento de colocación en vaivén de la guía, una unidad de ajuste para accionar la guía respecto al tambor de enrollado (5), y una unidad de control y/o regulación acoplada con la unidad de ajuste, que acciona la guía de acuerdo con las etapas de procedimiento indicadas en una de las reivindicaciones

1 a 14 anteriores, un accionador giratorio del tambor de enrollado y un controlador y/o regulador de velocidad angular conectado con el accionador giratorio del tambor de enrollado, que ajusta la velocidad angular del tambor de enrollado (5) durante el recorrido axial del enrollado en espiral de una capa de material de enrollado (15), en función de la posición (axial) de la guía (27) respecto al tambor de enrollado (5).

5 16. Dispositivo según la reivindicación 15, en el que el controlador y/o regulador de velocidad angular tiene un sensor de recorrido (36), tal como un elemento de contacto (37), para detectar al menos una posición predeterminada de la guía (27), en el que el sensor de recorrido (36) está dispuesto en la guía (27), en el que el sensor de recorrido (36) emite, al detectar al menos una posición predeterminada de la guía (27), una señal de activación, de modo que, a continuación, se modifica la velocidad angular del tambor de enrollado (5), en el que la al menos una posición predefinida está definida por la toma de contacto de un elemento de contacto (37) con una cara interior de una aleta lateral (11a, 11b) del tambor de enrollado (5) y/o en el que el elemento de contacto (37) presenta un interruptor de contacto en forma de un estribo o una rueda montada de manera que puede girar libremente, en el que un eje de giro del interruptor de contacto puede hacerse pivotar alejándose de la aleta lateral, de modo que puede rodar o discurrir en contacto con la aleta lateral rotatoria contra la misma, en el que el interruptor de contacto se hace pivotar, en caso de desplazamiento adicional de la guía (27), en la dirección axial, de una posición pasiva a una posición activa, en la que se emite una señal de activación al controlador y/o regulador de velocidad angular o directamente al accionador giratorio del tambor de enrollado.

20 17. Dispositivo según la reivindicación 15 o 16, que está diseñado para realizar el procedimiento definido según alguna de las reivindicaciones anteriores 1 a 14.

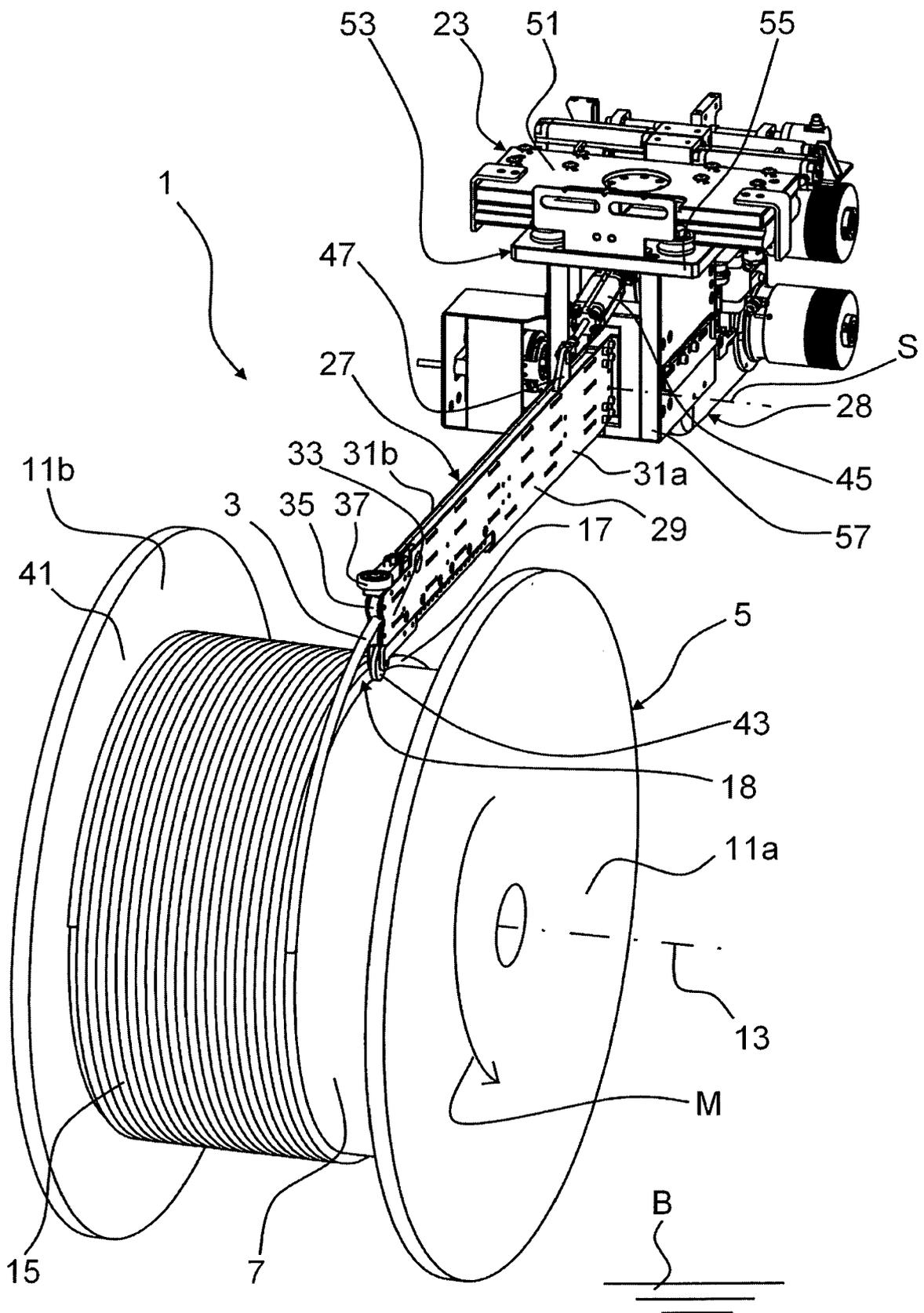


Fig. 1

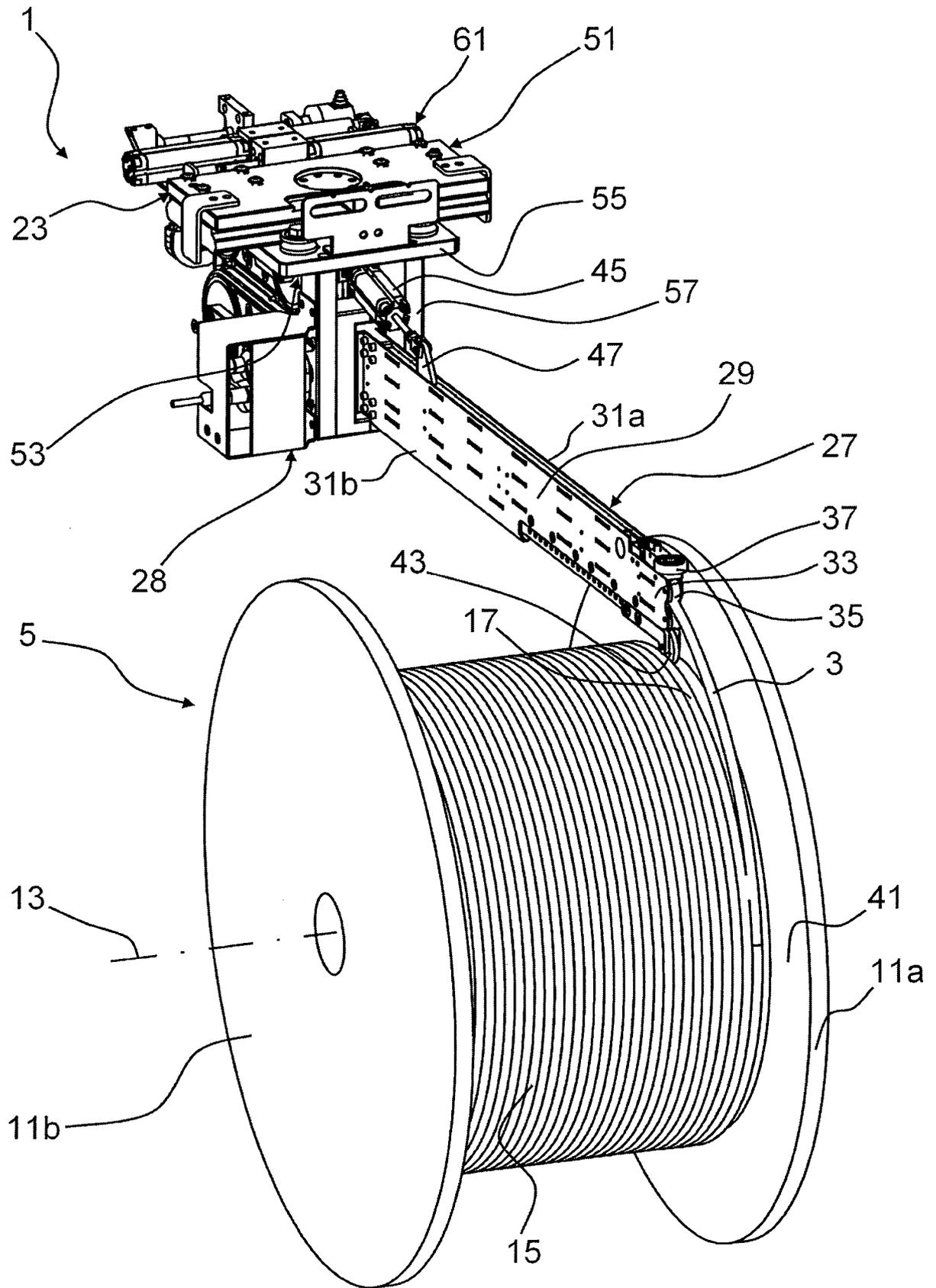


Fig. 2a

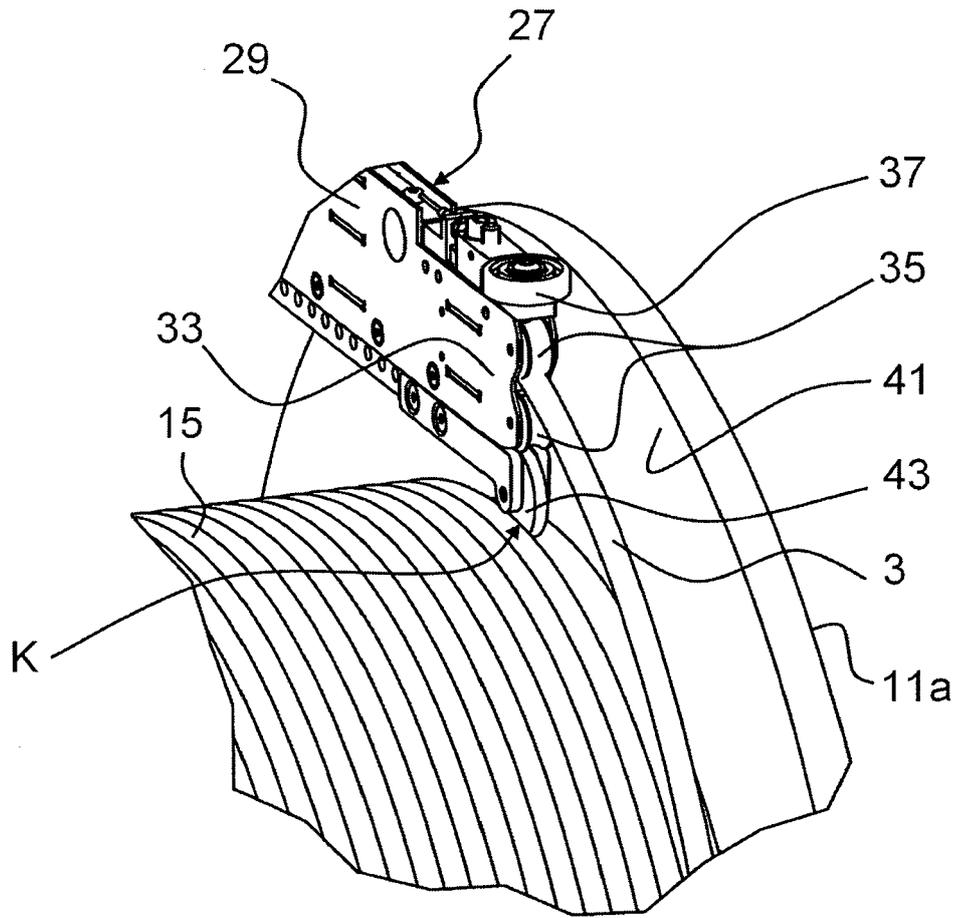


Fig. 2b

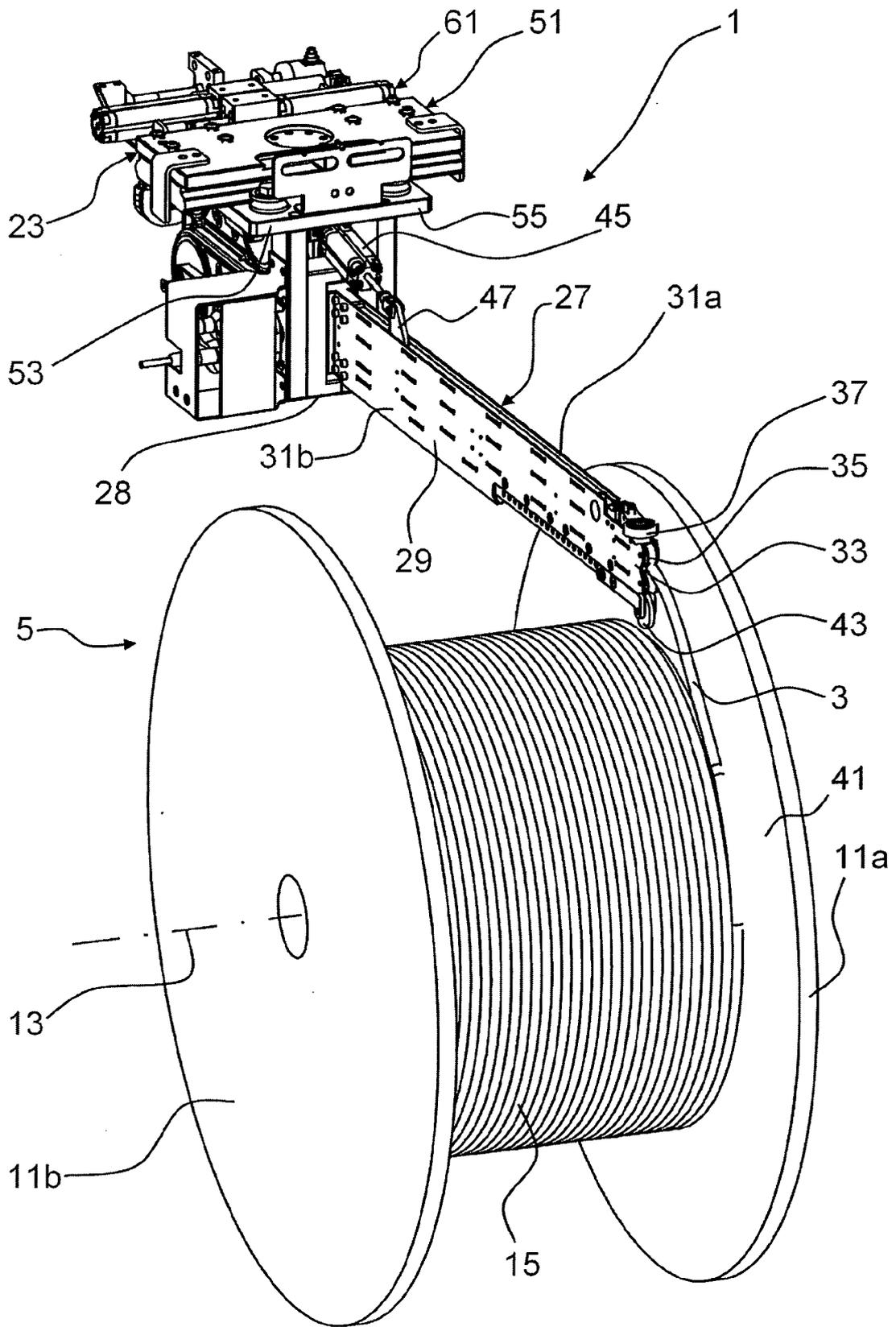


Fig. 3a

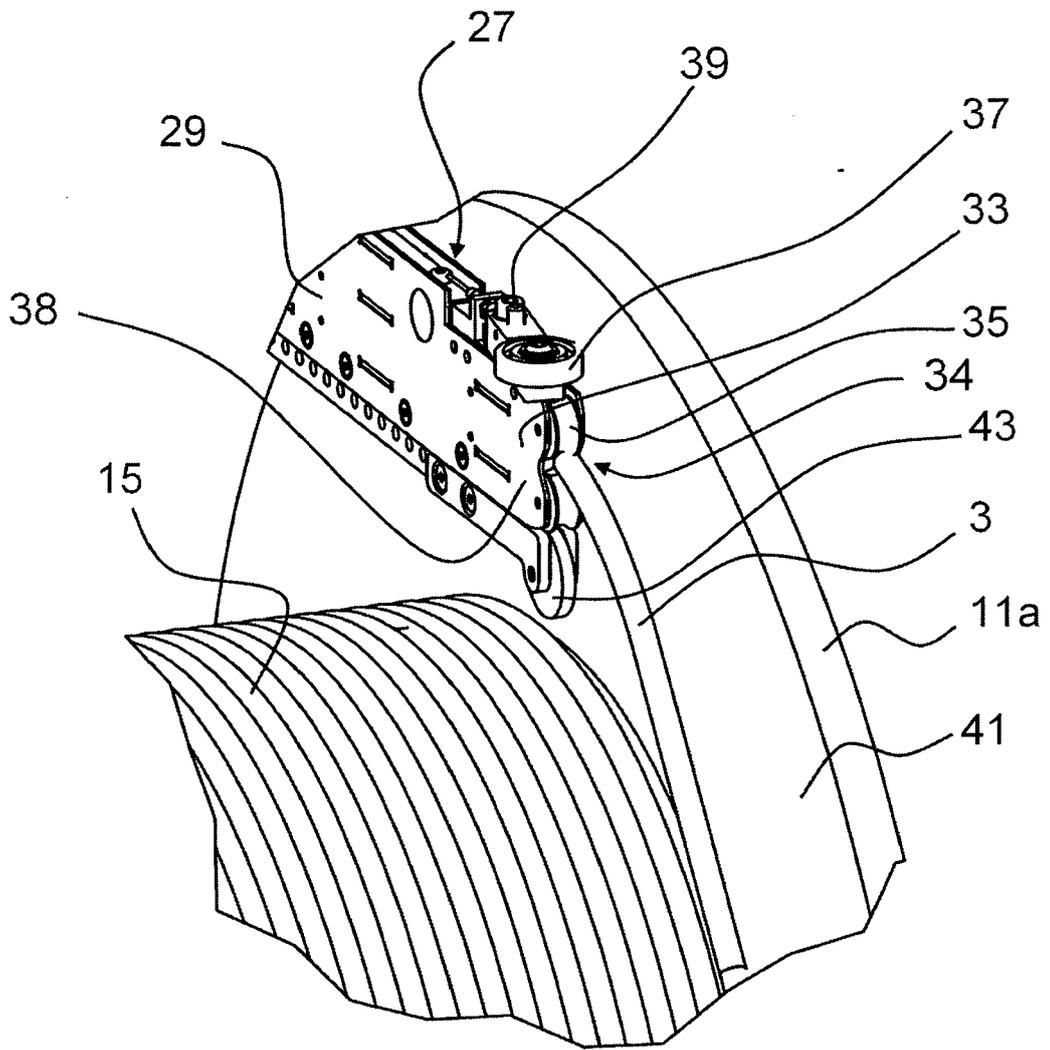


Fig. 3b

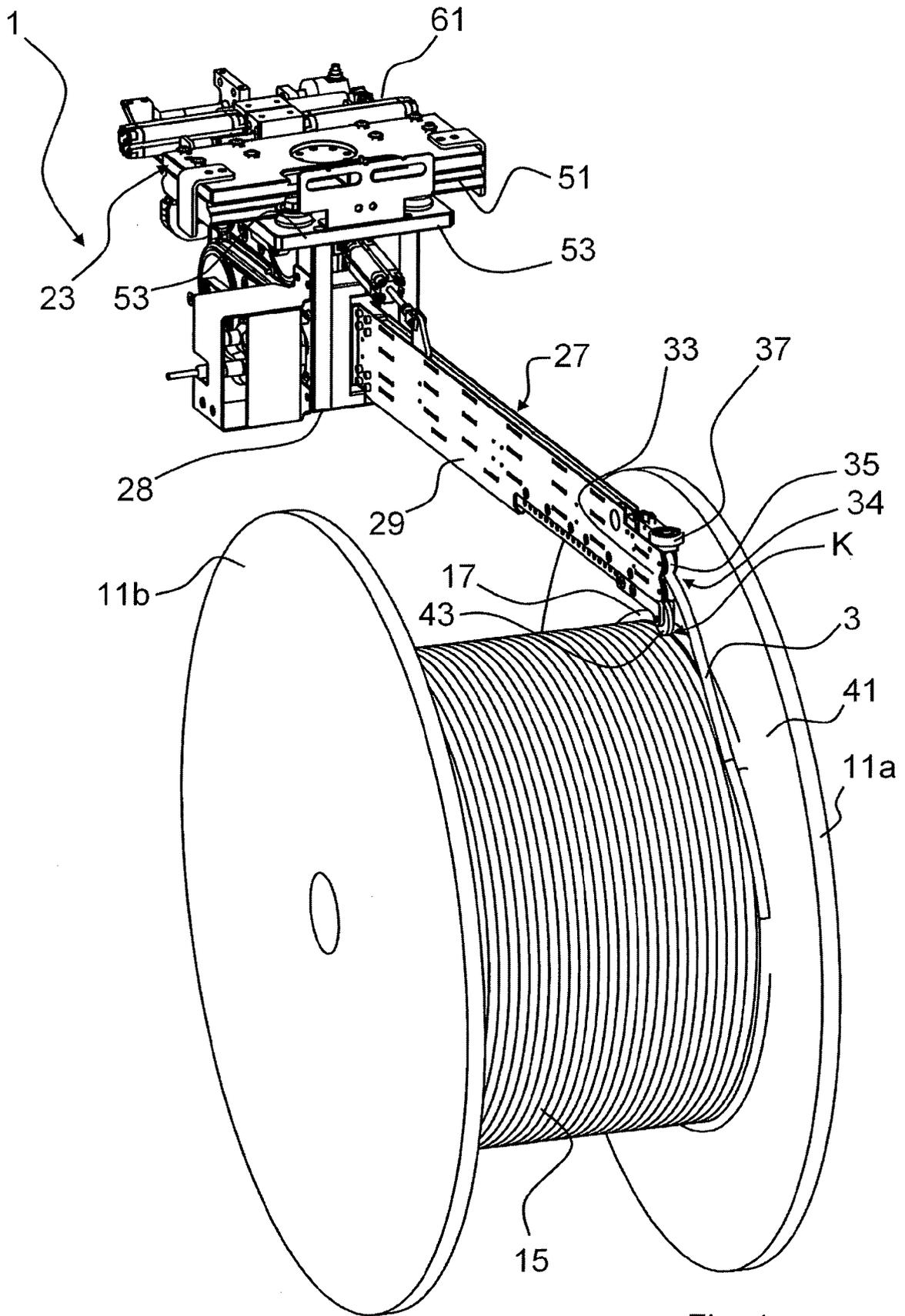


Fig. 4a

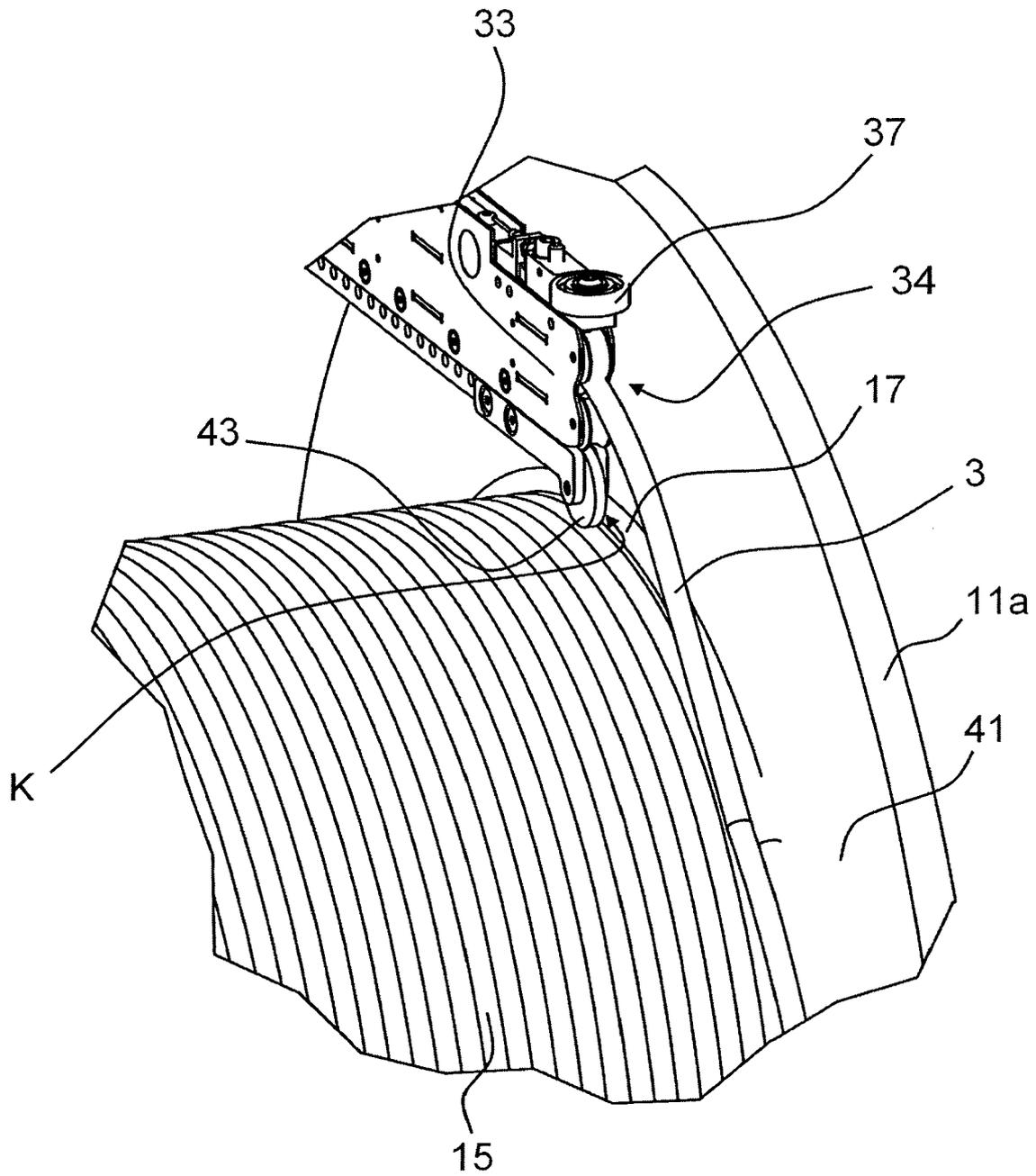


Fig. 4b

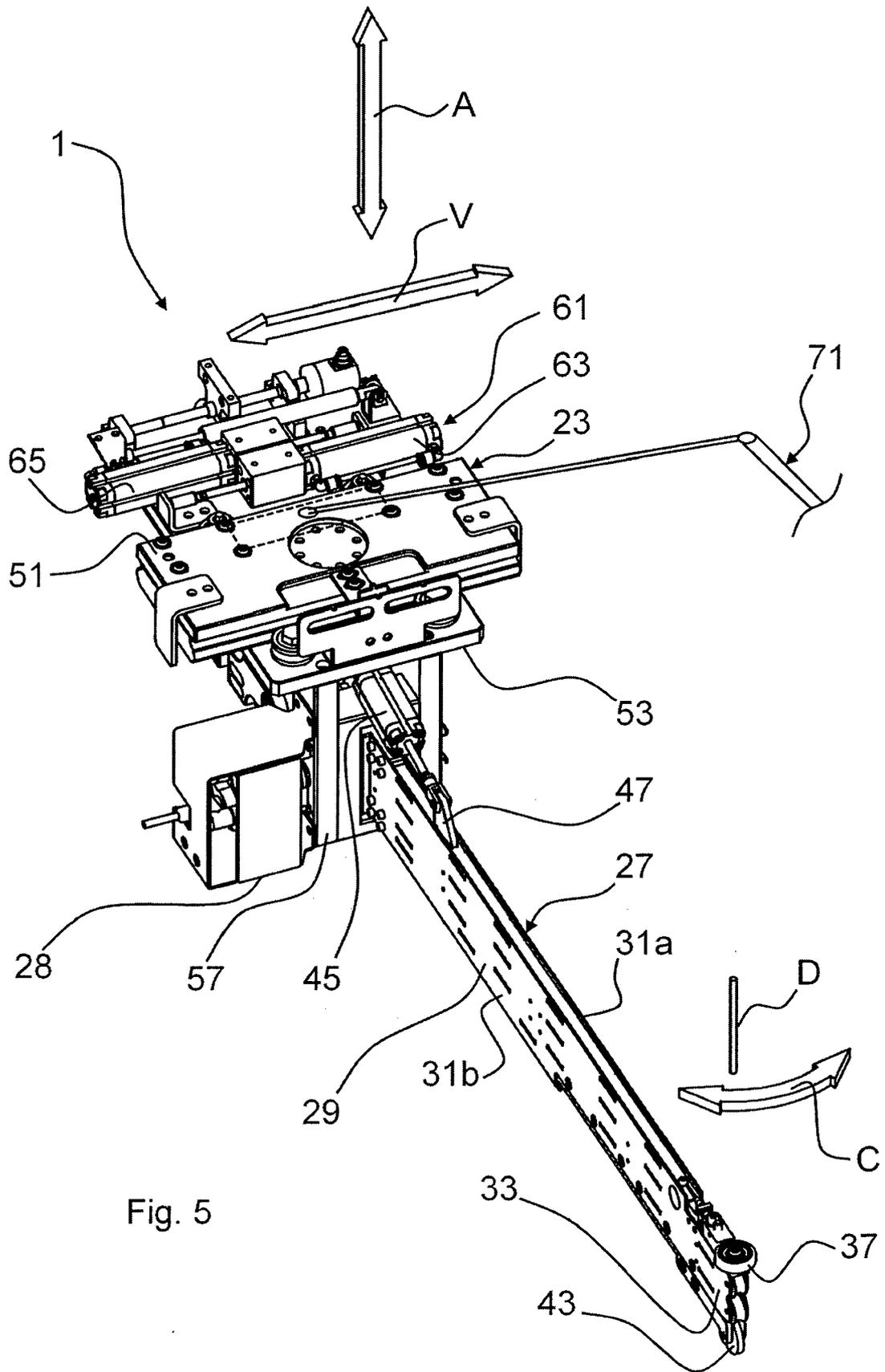


Fig. 5

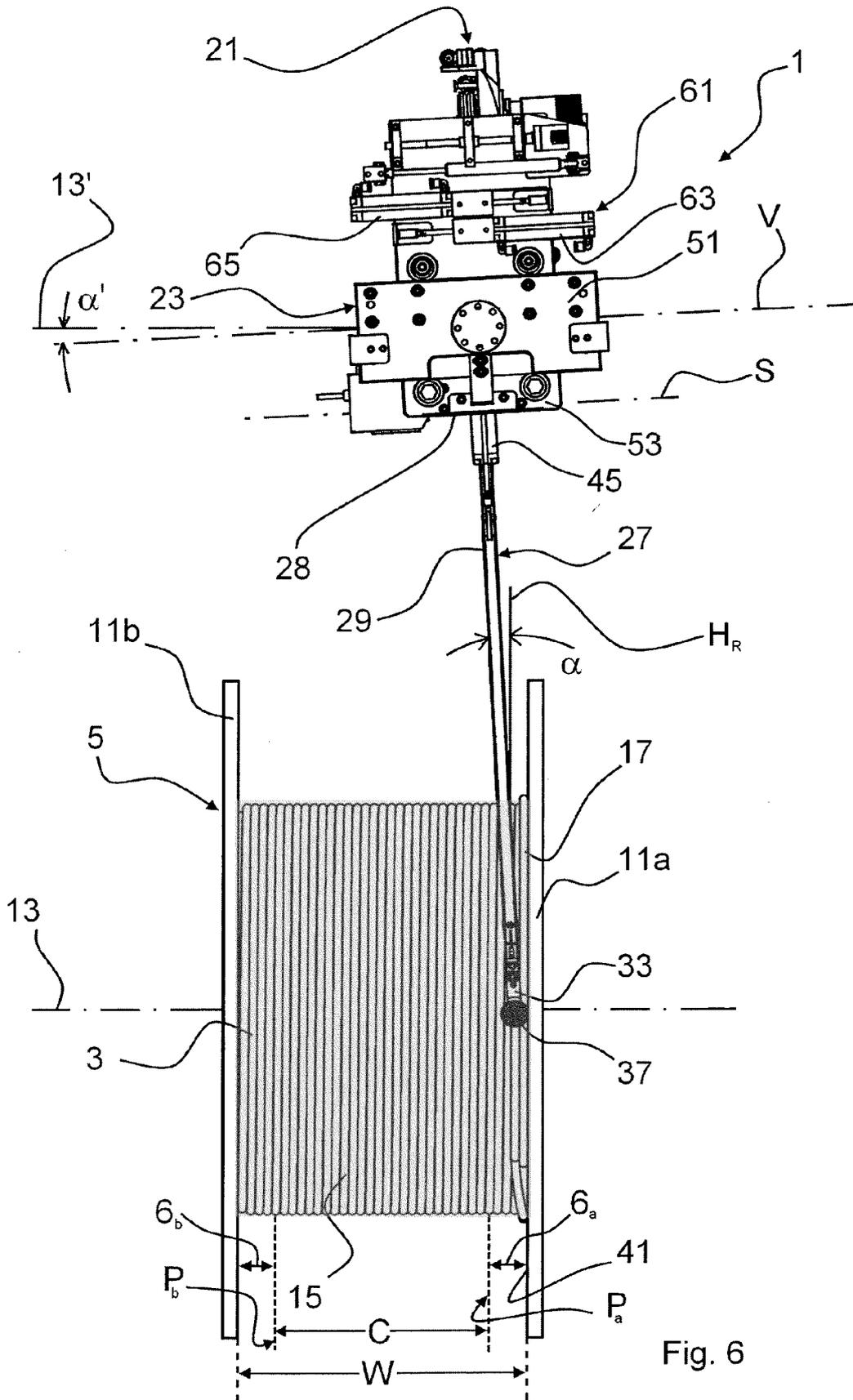
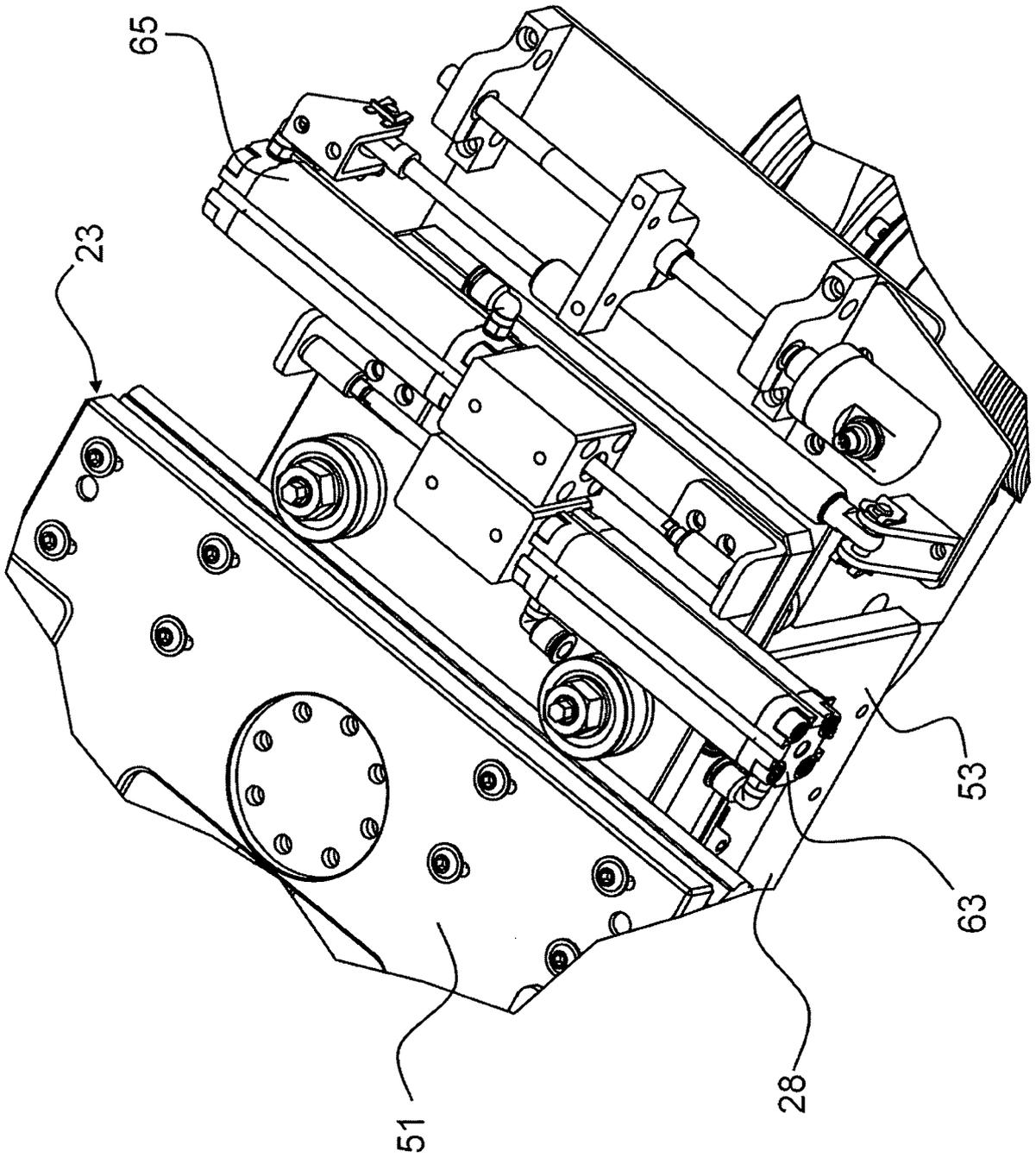


Fig. 7



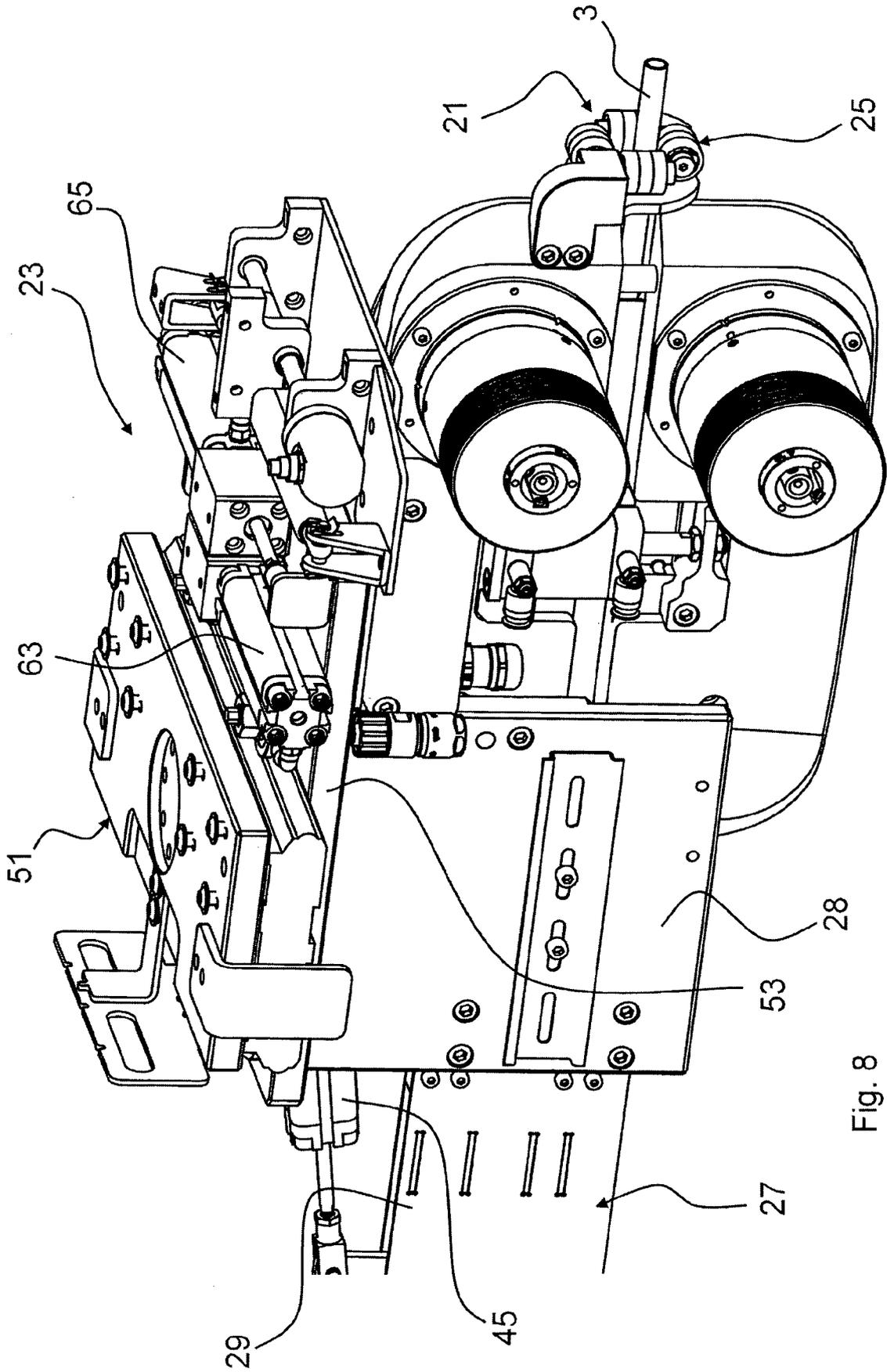


Fig. 8

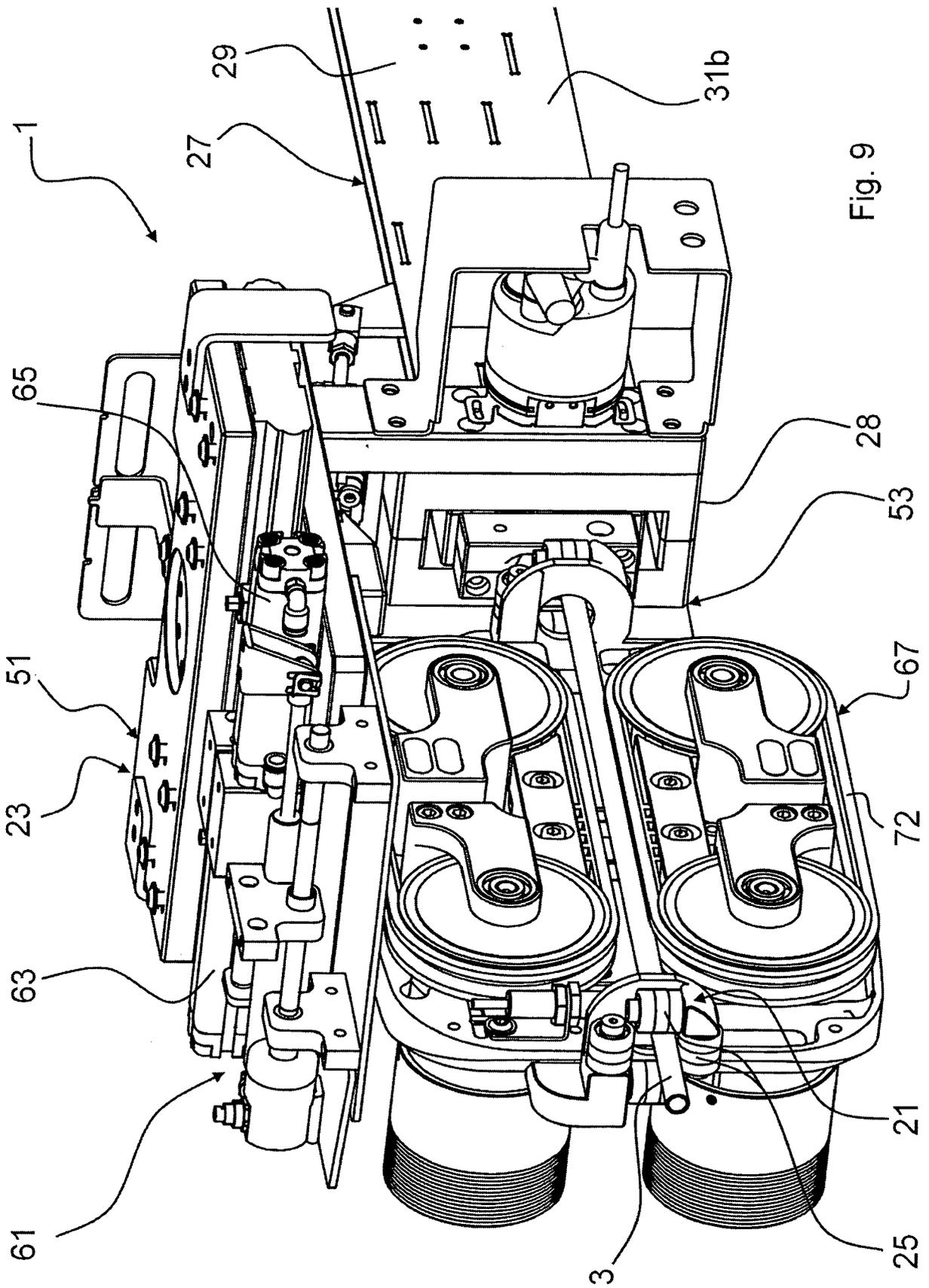


Fig. 9

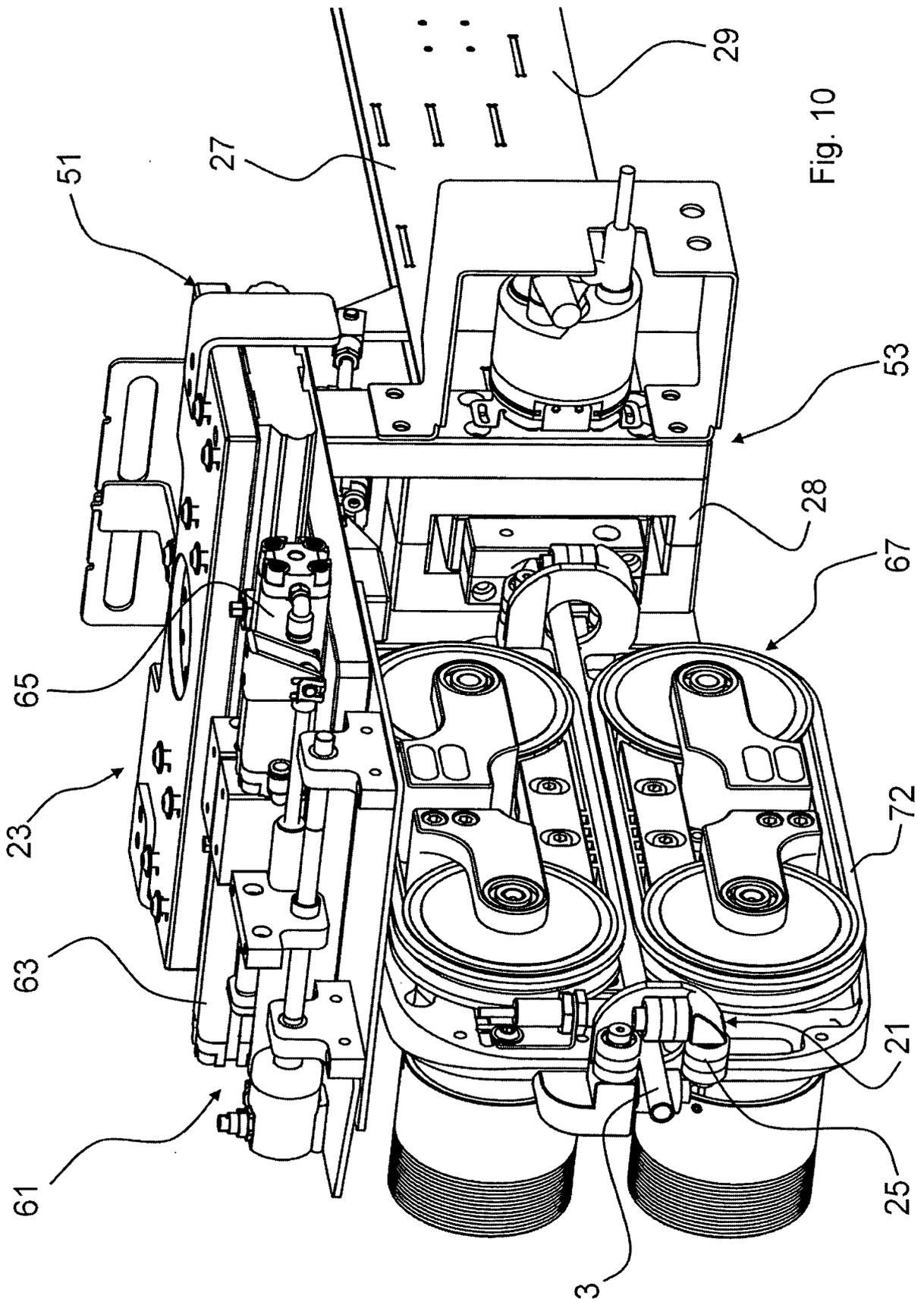


Fig. 10

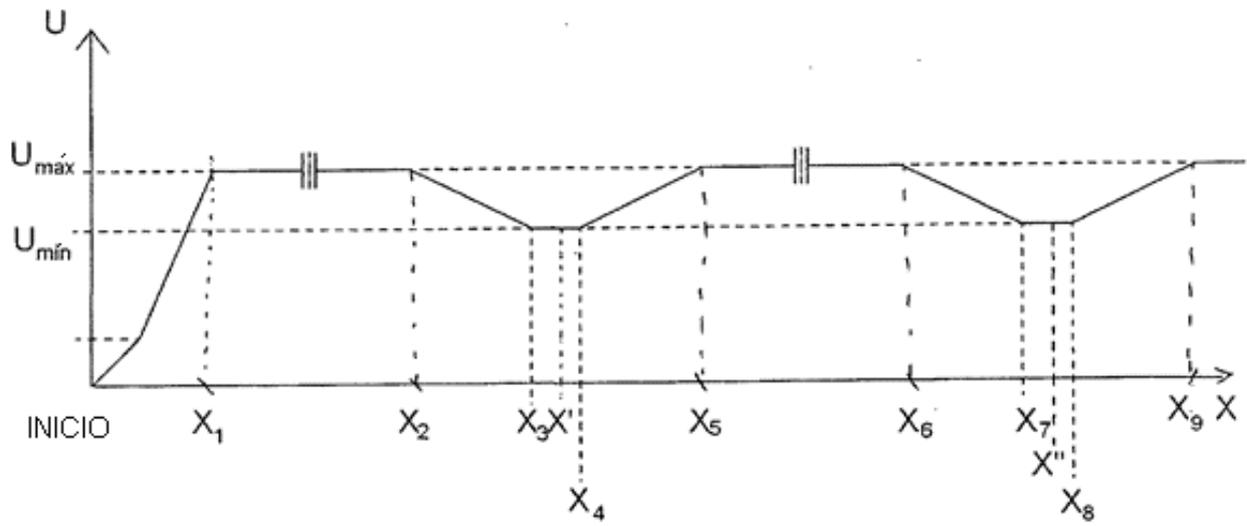


Fig. 11

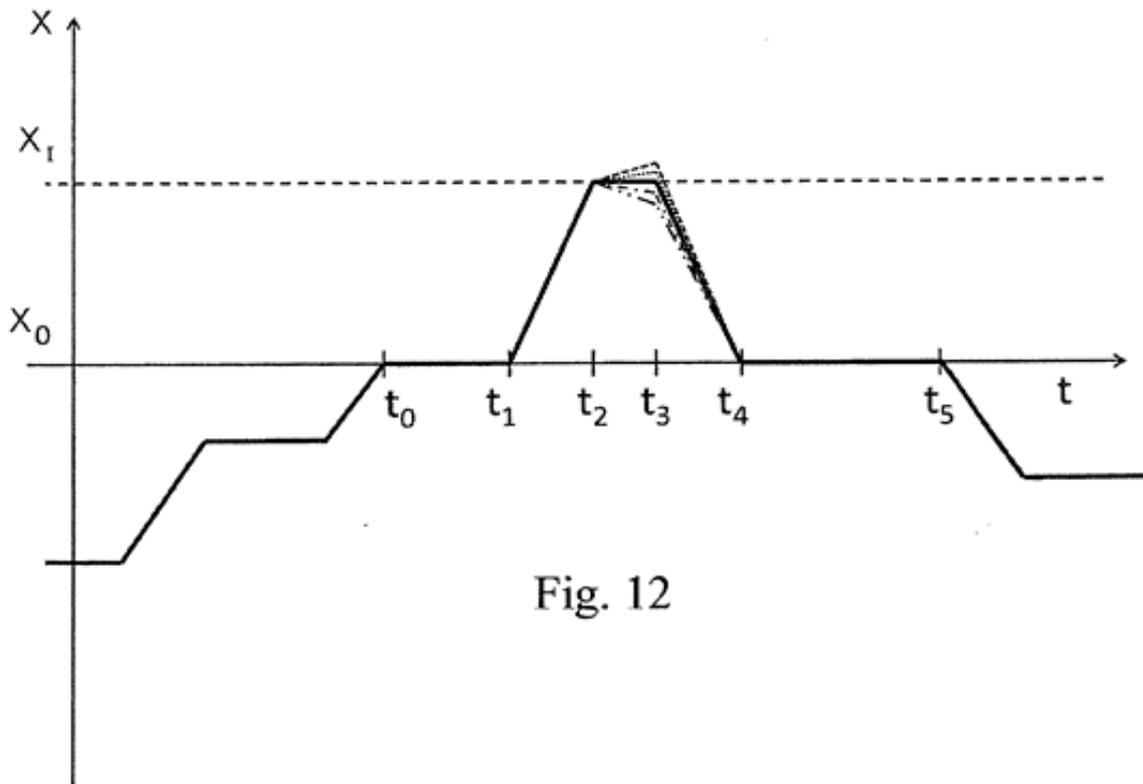


Fig. 12

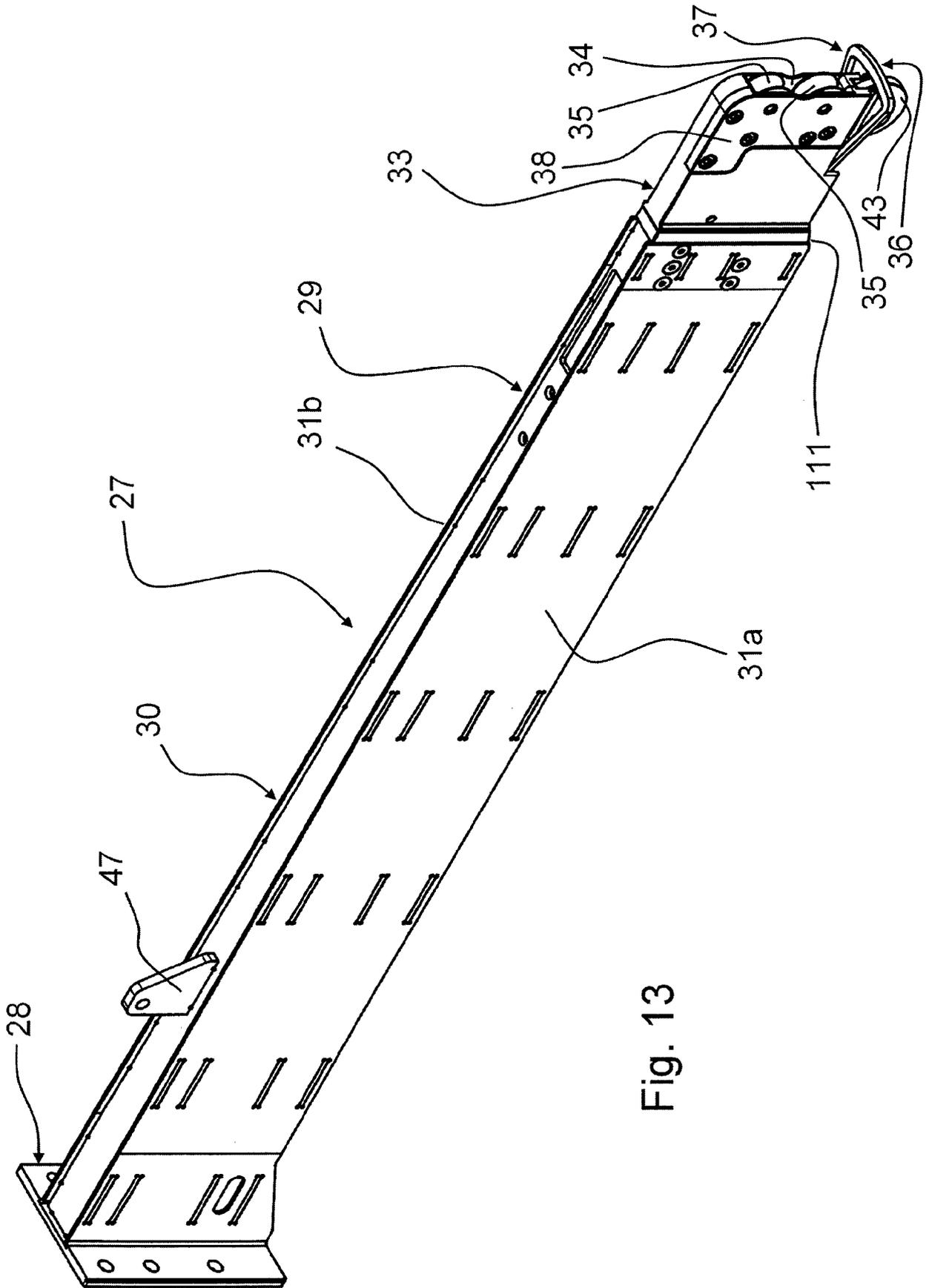


Fig. 13

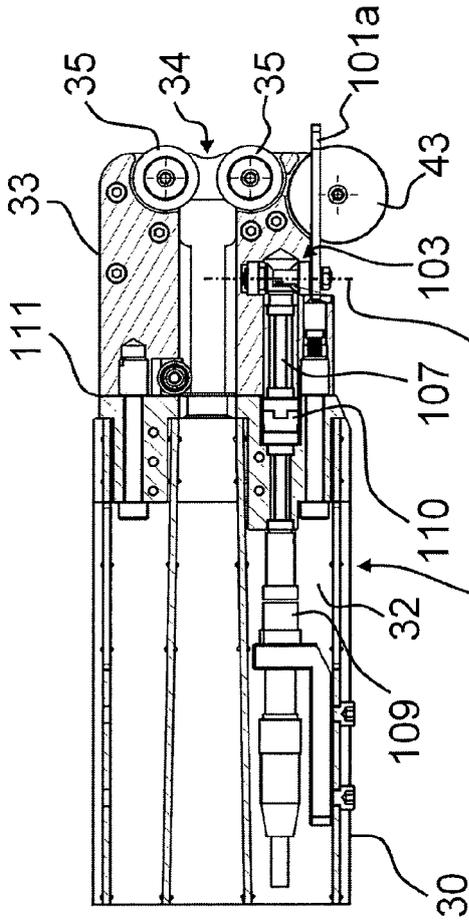


Fig. 17

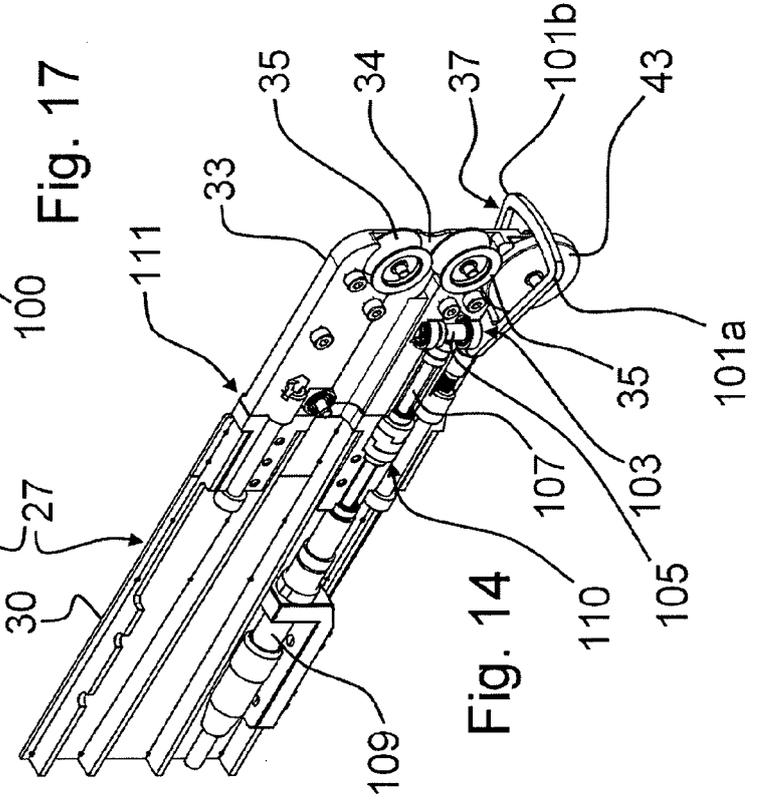


Fig. 14

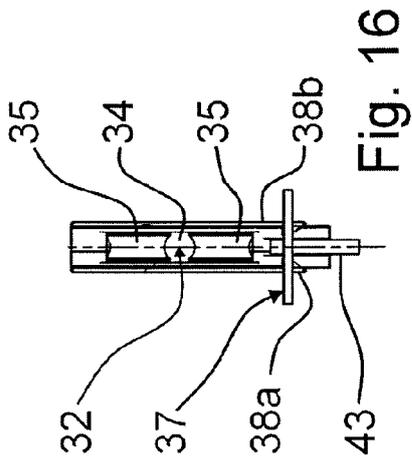


Fig. 16

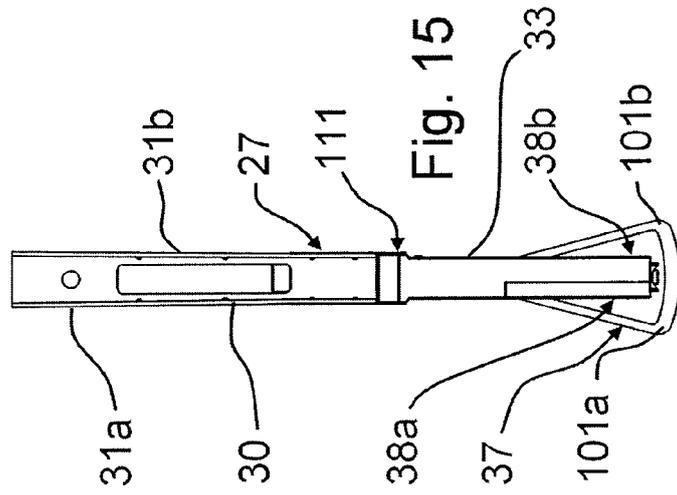


Fig. 15

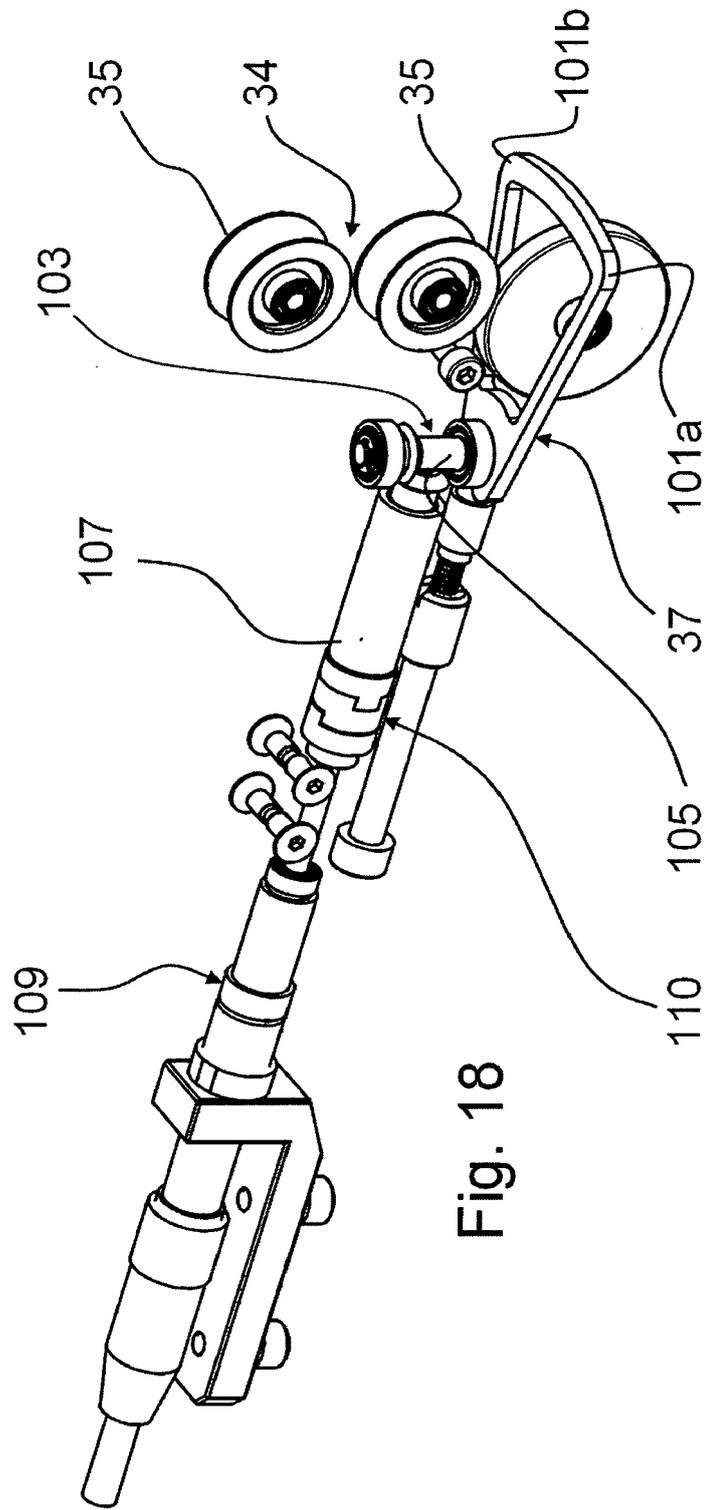


Fig. 18