

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 963 440**

51 Int. Cl.:

B66C 1/10

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.09.2019 PCT/EP2019/074497**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.03.2020 WO20053391**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.09.2019 E 19769765 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.10.2023 EP 3849929**

54 Título: **Herramienta de sujeción de álabe de rotor**

30 Prioridad:

13.09.2018 DK PA201870586

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

27.03.2024

73 Titular/es:

**LIFTRA IP APS (100.0%)
Stationsmestervej 81
9200 Aalborg SV, DK**

72 Inventor/es:

FENGER, PER ESKE

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 963 440 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

Herramienta de sujeción de álabe de rotor

5 La presente invención se refiere a una herramienta de sujeción de álabe de rotor para levantar un álabe de rotor de turbina eólica, incluyendo la herramienta de sujeción un primer elemento de sujeción adaptado para estar dispuesto en un primer lado del álabe de rotor, un segundo elemento de sujeción adaptado para estar dispuesto en un segundo lado del álabe de rotor, y un mecanismo de sujeción que conecta el primer elemento de sujeción y el segundo elemento de sujeción y que está adaptado para abrir la herramienta de sujeción para una inserción del
10 álabe de rotor entre los elementos de sujeción primero y segundo y cerrar la herramienta de sujeción para una sujeción del álabe de rotor entre los elementos de sujeción primero y segundo, al menos uno de los elementos de sujeción primero y segundo incluyendo una primera palanca de equilibrio y una segunda palanca de equilibrio, estando cada palanca de equilibrio dispuesta de manera pivotante alrededor de un eje de pivote y teniendo un primer extremo conectado de manera flexible con una primera superficie de contacto correspondiente del álabe de rotor y un segundo extremo conectado de manera flexible con una segunda superficie de contacto correspondiente del álabe de rotor.

El documento WO 2012/095112 A1 (Liftra) divulga una herramienta para manipular álabes de rotor de turbina eólica. La herramienta comprende una disposición de conexión que tiene medios para la conexión a un cable conectado a una grúa o polipasto para elevar la herramienta y un álabe de rotor sostenido por la herramienta. La herramienta comprende además medios de agarre para el acoplamiento de la superficie del álabe, en donde los medios de agarre tienen dos conjuntos de miembros de agarre en forma de garra cooperativos accionados por accionadores, donde cada conjunto de miembros de agarre comprende un primer miembro en forma de garra y un segundo miembro en forma de garra, que en conjunto en una posición acoplada encierran la superficie del álabe
20 alrededor de toda la circunferencia del álabe. Sin embargo, a medida que el soporte de base se extiende más allá del núcleo estructural del álabe de rotor hacia el área más frágil cerca de su borde de salida, es más probable que cualquier manipulación incorrecta provoque daños en el álabe.

El documento WO 2018/054440 A1 (Liftra) divulga una herramienta de sujeción de álabe de rotor que tiene un primer elemento de sujeción adaptado para estar dispuesto en un primer lado del álabe de rotor y un segundo elemento de sujeción adaptado para estar dispuesto en un segundo lado del álabe de rotor. Cada uno de los elementos de sujeción primero y segundo incluye una primera palanca de equilibrio y una segunda palanca de equilibrio, estando cada palanca de equilibrio dispuesta de manera pivotante alrededor de un eje de pivote y teniendo un primer extremo conectado de manera flexible con una primera superficie de contacto correspondiente del álabe de rotor y un segundo extremo conectado de manera flexible con una segunda superficie de contacto correspondiente del álabe de rotor, en donde las superficies de contacto del álabe de rotor primera y segunda están dispuestas de extremo a extremo y forman una superficie de contacto del rotor alargada rectangular común. Las palancas de equilibrio primera y segunda de cada elemento de sujeción están dispuestas una al lado de la otra en una configuración paralela, pero mutuamente ligeramente en ángulo alrededor de sus ejes longitudinales de modo que las superficies de contacto del rotor alargada rectangular común de las palancas de equilibrio primera y segunda respectivas pueden entrar en contacto con el lado respectivo de la superficie del álabe de rotor en diferentes posiciones a lo largo de la línea de cuerda y adaptarse al ángulo de la superficie en esa posición particular.

45 El documento EP 2 345 811 A1 divulga una abrazadera para sujetar un álabe para una turbina eólica. La abrazadera comprende una primera superficie de contacto adaptada para entrar en contacto con una parte de una superficie posterior del álabe y una segunda superficie de contacto adaptada para entrar en contacto con una parte de una cara frontal del álabe. Las superficies de contacto primera y segunda de la abrazadera pueden desplazarse entre sí para permitir recibir de forma extraíble un álabe entre ellas. Las superficies de contacto primera y segunda tienen una forma rectangular alargada y cada una está formada sobre una pieza niveladora que tiene forma de cuña de modo que las superficies de contacto pueden adaptarse a la forma ahusada del álabe de rotor. Sin embargo, puede ser una desventaja que la forma en forma de cuña de las piezas niveladoras tenga que adaptarse a la forma específica de los álabes de rotor en cuestión. Como existen muchas formas diferentes de álabes de rotor, es posible que sea necesario producir muchas piezas niveladoras diferentes.

55 El documento EP 3 372 549 A1 A divulga una herramienta de sujeción según el preámbulo de la reivindicación 1 y, en particular, divulga una pinza en C para su disposición en un miembro transversal o en un elemento de suspensión y un miembro transversal que tiene al menos una pinza en C de este tipo para transporte de cargas. La altura de la pinza en C es ajustable.

60 El objeto de la presente invención es proporcionar una herramienta de sujeción de álabe de rotor más adecuada para manipular álabes de rotor pesados de muchas formas diferentes.

65 En vista de este objeto, el al menos uno de los elementos de sujeción primero y segundo incluye una palanca de equilibrio principal que está dispuesta de forma pivotante alrededor de un eje de pivote principal y que tiene un primer extremo en el que la primera palanca de equilibrio correspondiente está dispuesta de forma pivotante

alrededor de un primer eje de pivote correspondiente y un segundo extremo en el que la segunda palanca de equilibrio correspondiente está dispuesta de forma pivotante alrededor de un segundo eje de pivote correspondiente, y las palancas de equilibrio primera y segunda dispuestas en la misma palanca de equilibrio principal están alineadas en su dirección longitudinal.

5

De esta forma, sujetando el álabe de rotor exclusivamente en la dirección longitudinal del álabe por medio de cuatro superficies de contacto del álabe de rotor separadas dispuestas sucesivamente en la dirección longitudinal y adaptando automáticamente el ángulo de cada superficie de contacto del álabe de rotor al ángulo de la superficie del álabe de rotor en la posición particular respectiva, la herramienta de sujeción puede llevar el álabe de rotor directamente sobre la tapa de larguero/banda de cizallamiento y evitar así las áreas más frágiles alejadas del núcleo estructural del álabe de rotor. De este modo, la herramienta de sujeción puede manipular álabes de rotor muy pesados y de diferentes formas.

10

De manera adicional, según la invención, la palanca de equilibrio principal del primer elemento de sujeción incluye una primera y una segunda pared de palanca dispuestas en una configuración espaciada y paralela y que están fijadas entre sí por medio de una placa superior y una placa inferior, y las palancas de equilibrio primera y segunda correspondientes se extienden al menos parcialmente entre la pared de palanca primera y segunda.

15

En una realización, las cuatro superficies de contacto del álabe de rotor separadas del al menos uno de los elementos de sujeción primero y segundo están adaptadas para estar dispuestas sucesivamente en la dirección longitudinal del álabe de rotor.

20

En una realización, la herramienta de sujeción está provista de un accesorio de elevación dispuesto de manera que, durante la elevación, el primer elemento de sujeción está adaptado para estar dispuesto en un lado generalmente ascendente del álabe de rotor, y el segundo elemento de sujeción está adaptado para estar dispuesto en un lado generalmente descendente del álabe de rotor, y la distancia entre los ejes de pivote primero y segundo de la palanca de equilibrio principal del segundo elemento de sujeción es más larga que, preferentemente al menos 1,5 veces, más preferentemente al menos 2 veces, y lo más preferido aproximadamente 2,5 veces, la distancia entre los ejes de pivote primero y segundo de la palanca de equilibrio principal del primer elemento de sujeción. De este modo, el soporte en el lado inferior del álabe de rotor puede distribuirse sobre una parte más larga del álabe de rotor y, por lo tanto, el álabe de rotor puede ser soportado de una manera aún más estable.

25

En una realización, el primer elemento de sujeción incluye la palanca de equilibrio principal dispuesta de forma pivotante alrededor del eje de pivote principal, el segundo elemento de sujeción incluye una barra cruzada dispuesta en el mecanismo de sujeción y que tiene un primer extremo en el que una primera palanca de equilibrio correspondiente está dispuesta de forma pivotante alrededor de un primer eje de pivote correspondiente y un segundo extremo en el que una segunda palanca de equilibrio correspondiente está dispuesta de forma pivotante alrededor de un segundo eje de pivote correspondiente, las palancas de equilibrio primera y segunda dispuestas en la barra cruzada están alineadas en su dirección longitudinal, y la barra cruzada está fijada contra la rotación con respecto al mecanismo de sujeción alrededor de cualquier eje que se extienda al menos sustancialmente en paralelo con el eje de pivote principal del primer elemento de sujeción. Debido a que la barra cruzada está fijada contra la rotación con respecto al mecanismo de sujeción alrededor de cualquier eje más o menos paralelo al eje de pivote principal del primer elemento de sujeción, el álabe de turbina eólica puede mantenerse en una orientación fija con relación a la herramienta de sujeción de álabe de rotor. De este modo, se puede facilitar el manejo del álabe de turbina eólica mediante la herramienta de sujeción.

35

40

45

En una realización, la herramienta de sujeción está provista de un accesorio de elevación dispuesto de manera que, durante la elevación, el primer elemento de sujeción está adaptado para estar dispuesto en un lado generalmente ascendente del álabe de rotor, y el segundo elemento de sujeción está adaptado para estar dispuesto en un lado generalmente descendente del álabe de rotor.

50

En una realización, la primera superficie de contacto del álabe de rotor y la segunda superficie de contacto del álabe de rotor de cada palanca de equilibrio tienen la forma de elementos de contacto longitudinales respectivos que están alineados en su dirección longitudinal y que están dispuestos al menos sustancialmente de extremo a extremo, pero con suficiente espacio libre para permitir un movimiento mutuo, formando de este modo una superficie total de contacto del álabe de rotor de la palanca de equilibrio respectiva.

55

En una realización, en el primer elemento de sujeción, la superficie total de contacto del álabe de rotor de la primera palanca de equilibrio y la superficie total de contacto del álabe de rotor de la segunda palanca de equilibrio están dispuestas al menos sustancialmente de extremo a extremo, pero con suficiente espacio libre para permitir un movimiento mutuo, y, en el segundo elemento de sujeción, la superficie total de contacto del álabe de rotor de la primera palanca de equilibrio y la superficie total de contacto del álabe de rotor de la segunda palanca de equilibrio están espaciadas a una distancia que es superior a la longitud de la superficie total de contacto del álabe de rotor de la palanca de equilibrio primera o segunda del primer elemento de sujeción, y preferentemente más del 65 por ciento de, más preferentemente más del 70 por ciento de, y lo más preferido más del 75 por ciento de la longitud

60

65

combinada, en el primer elemento de sujeción, de la superficie total de contacto del álabe de rotor de la primera palanca de equilibrio y de la superficie total de contacto del álabe de rotor de la segunda palanca de equilibrio. De este modo, el soporte en el lado inferior del álabe de rotor puede distribuirse sobre una parte más larga del álabe de rotor y, por lo tanto, el álabe de rotor puede ser soportado de una manera aún más estable.

5 En otra realización, cada palanca de equilibrio principal de los elementos de sujeción primero y segundo incluye una primera y una segunda pared de palanca dispuestas en una configuración espaciada y paralela y que están fijadas entre sí por medio de una placa superior y una placa inferior, y las palancas de equilibrio primera y segunda correspondientes se extienden al menos parcialmente entre la pared de palanca primera y segunda.

10 En una realización, el mecanismo de sujeción que conecta el primer elemento de sujeción y el segundo elemento de sujeción incluye un soporte rígido en forma de C que tiene una primera pata y una segunda pata, un soporte de cojinete principal para la palanca de equilibrio principal del primer elemento de sujeción está articulado a la primera pata del soporte en forma de C y es pivotante con relación a la primera pata por medio de un accionador de sujeción, y un cojinete principal para la palanca de equilibrio principal del segundo elemento de sujeción está dispuesto directamente en la segunda pata del soporte en forma de C. De este modo, las fuerzas de sujeción entre el primer elemento de sujeción y el segundo elemento de sujeción pueden soportarse por medio de un único soporte rígido en forma de C que puede diseñarse para una carga máxima que puede determinarse en función del álabe de rotor que se va a transportar. De esta forma, puede evitarse que la carga se distribuya entre diferentes soportes, cada uno de los cuales puede tener que diseñarse para una carga máxima que puede variar en función de la forma en que podría manipularse el álabe de rotor y, por lo tanto, puede tener que fijarse en una posición relativamente alta.

25 En una realización, el mecanismo de sujeción que conecta el primer elemento de sujeción y el segundo elemento de sujeción incluye un soporte rígido en forma de C que tiene una primera pata y una segunda pata, un soporte de cojinete principal para una palanca de equilibrio principal del primer elemento de sujeción está articulado a la primera pata del soporte en forma de C y es pivotante con relación a la primera pata por medio de un accionador de sujeción, y la barra cruzada del segundo elemento de sujeción está dispuesta en la segunda pata del soporte en forma de C mediante una pieza adaptadora intercambiable atornillada a la barra cruzada y dispuesta para mantener un cierto ángulo entre una dirección longitudinal de la barra cruzada y una parte intermedia del soporte rígido en forma de C que conecta las patas primera y segunda del soporte rígido en forma de C. De este modo, en cuanto a la realización mencionada anteriormente, las fuerzas de sujeción entre el primer elemento de sujeción y el segundo elemento de sujeción pueden soportarse por medio de un único soporte rígido en forma de C que puede diseñarse para una carga máxima que puede determinarse en función del álabe de rotor que se va a transportar. De esta forma, puede evitarse que la carga se distribuya entre diferentes soportes, cada uno de los cuales puede tener que diseñarse para una carga máxima que puede variar en función de la forma en que podría manipularse el álabe de rotor y, por lo tanto, puede tener que fijarse en una posición relativamente alta. De manera adicional, mediante la pieza adaptadora intercambiable atornillada a la barra cruzada, se puede obtener un ángulo adecuado para el álabe de turbina eólica específico que se va a manipular entre una dirección longitudinal de la barra cruzada y una parte intermedia del soporte rígido en forma de C. De este modo, el soporte rígido en forma de C se puede manipular, por poner un ejemplo, con su parte intermedia extendiéndose en una dirección al menos sustancialmente vertical. De este modo, puede facilitarse la manipulación del álabe de turbina eólica.

45 En una realización, la pieza adaptadora intercambiable está conectada a la segunda pata del soporte en forma de C por medio de una bisagra que tiene un eje de bisagra que se extiende en la dirección longitudinal de la barra cruzada de modo que el segundo elemento de sujeción puede oscilar entre una posición de inserción para la inserción del álabe de rotor entre los elementos de sujeción primero y segundo y una posición de sujeción adecuada para sujetar el álabe de rotor entre los elementos de sujeción primero y segundo. De este modo, puede facilitarse la inserción del álabe de rotor entre los elementos de sujeción primero y segundo.

50 En una realización, el segundo elemento de sujeción puede oscilar entre la posición de inserción y la posición de sujeción mediante un accionador hidráulico. De este modo, puede facilitarse el funcionamiento de la herramienta de sujeción de álabe de rotor.

55 En una realización, la pieza adaptadora intercambiable está adaptada para quedar bloqueada en la posición de sujeción mediante un dispositivo de bloqueo que conecta la pieza adaptadora intercambiable a la segunda pata del soporte en forma de C. De este modo, se puede prescindir de un accionador hidráulico para hacer pivotar el segundo elemento de sujeción entre la posición de inserción y la posición de sujeción o tal vez no sea necesario dimensionar dicho accionador hidráulico para soportar la fuerza de sujeción de la herramienta de sujeción de álabe de rotor.

60 En una realización, la parte intermedia del soporte rígido en forma de C está provista de una barra transversal que tiene extremos opuestos, estando cada uno de los cuales provisto de una pieza de soporte adaptada para soportar un borde de ataque o un borde de salida de un álabe de turbina eólica sujeto por la herramienta de sujeción de álabe de rotor. De este modo, se puede garantizar además que el álabe de rotor se mantenga en una posición estable mediante la herramienta de sujeción.

En una realización, la herramienta de sujeción está provista de un accesorio de elevación en forma de un brazo de elevación que tiene un primer extremo conectado al mecanismo de sujeción por medio de un elemento de pivote y un segundo extremo adaptado para conectarse a un cable de una grúa de elevación o similares, el elemento de pivote permite un movimiento de pivote del brazo de elevación en relación con la herramienta de sujeción alrededor de dos ejes diferentes que están en ángulo recto entre sí, y el brazo de elevación pivota alrededor de dichos ejes por medio de un accionador de elevación primero y segundo respectivo. De este modo, el ángulo de la herramienta de sujeción y, por tanto, el ángulo del álabe de rotor transportado por la herramienta puede variar durante la manipulación del álabe de rotor de modo que, por ejemplo, el álabe puede colocarse correctamente en relación con el cubo de la turbina eólica cuando el álabe se va a montar en el mismo.

En una realización estructuralmente particularmente ventajosa, la primera pata del soporte en forma de C forma un elemento de horquilla que tiene una primera pata y una segunda pata que transporta un eje de bisagra entre ellas sobre el cual el primer elemento de sujeción está articulado a la primera pata del soporte en forma de C, el primer extremo del brazo de elevación está conectado a la primera pata del elemento de horquilla por medio del elemento de pivote, el primer accionador de elevación está dispuesto entre la segunda pata del elemento de horquilla y el brazo de elevación, y el segundo accionador de elevación está dispuesto entre la primera pata del soporte en forma de C o una parte central del elemento de horquilla y el brazo de elevación.

A continuación se explicará la invención con más detalle por medio de ejemplos de realización con referencia a varios dibujos esquemáticos, en los que

La Fig. 1 es una vista en perspectiva de una herramienta de sujeción de álabe de rotor según la invención,

La Fig. 2 es una vista en perspectiva de la herramienta de sujeción de álabe de rotor de la Fig. 1, vista desde un ángulo diferente,

La Fig. 3 es una sección transversal de la herramienta de sujeción de álabe de rotor de la Fig. 1 a lo largo de un plano que se extiende a través de ambas patas de un soporte en forma de C de la herramienta,

La Fig. 4 es una sección transversal de la herramienta de sujeción de álabe de rotor de la Fig. 1 a lo largo de un plano que se extiende a través de las palancas de equilibrio principales de los elementos de sujeción primero y segundo,

La Fig. 5 es una vista lateral del primer elemento de sujeción de la herramienta de sujeción de álabe de rotor de la Fig. 1,

La Fig. 6 es una sección transversal longitudinal del primer elemento de sujeción de la Fig. 5,

La Fig. 7 es una sección transversal longitudinal a través de una parte del primer elemento de sujeción de la Fig. 5, vista en perspectiva,

La Fig. 8 es una vista superior de un elemento de contacto de álabe de rotor del primer elemento de sujeción de la Fig. 5,

La Fig. 9 es una vista en sección transversal en perspectiva del elemento de contacto de álabe de rotor de la Fig. 8,

La Fig. 10 es una vista en sección transversal a través del elemento de contacto de álabe de rotor de la Fig. 8,

La Fig. 11 es una vista en perspectiva de la herramienta de sujeción de álabe de rotor de la Fig. 1, transportando un álabe de rotor,

La Fig. 12 es una vista en perspectiva de otra realización de la herramienta de sujeción de álabe de rotor según la invención, transportando un álabe de rotor,

La Fig. 13 es una vista en perspectiva de otra realización más de la herramienta de sujeción de álabe de rotor según la invención, por lo que el segundo elemento de sujeción se encuentra en una posición de sujeción,

La Fig. 14 es una vista lateral de la herramienta de sujeción de álabe de rotor de la Fig. 13, por lo que el segundo elemento de sujeción se encuentra en la posición de sujeción,

La Fig. 15 es una vista en perspectiva de la herramienta de sujeción de álabe de rotor de la Fig. 13, por lo que el segundo elemento de sujeción se encuentra en una posición de inserción,

La Fig. 16 es una vista lateral de la herramienta de sujeción de álabe de rotor de la Fig. 13, por lo que el

segundo elemento de sujeción se encuentra en la posición de inserción,

La Fig. 17 es una vista de extremidad de la herramienta de sujeción de álabe de rotor de la Fig. 13, por lo que el segundo elemento de sujeción se encuentra en la posición de sujeción,

5

La Fig. 18 es una vista de extremidad de la herramienta de sujeción de álabe de rotor de la Fig. 13, por lo que el segundo elemento de sujeción se encuentra en la posición de inserción,

10

La Fig. 19 es una vista en sección transversal de la herramienta de sujeción de álabe de rotor a lo largo de la línea XIX-XIX de la Fig. 14, por lo que el segundo elemento de sujeción se encuentra en la posición de sujeción,

La Fig. 20 es una vista en sección transversal de la herramienta de sujeción de álabe de rotor a lo largo de la línea XX-XX de la Fig. 16, por lo que el segundo elemento de sujeción se encuentra en la posición de inserción,

15

La Fig. 21 es una vista en perspectiva de una pieza adaptadora intercambiable,

La Fig. 22 es una vista de una extremidad de la pieza adaptadora intercambiable de la Fig. 21, y

20

La Fig. 23 es una vista lateral de la pieza adaptadora intercambiable de la Fig. 21.

25

Las Fig. 1 y 2 muestran una realización de una herramienta 1 de sujeción de álabe de rotor según la presente invención, para levantar el álabe 2 de rotor de turbina eólica. Las Fig. 13 a 20 ilustran otra realización de la herramienta 1 de sujeción de álabe de rotor según la presente invención. La herramienta de sujeción incluye un primer elemento de sujeción 3 adaptado para estar dispuesto en un primer lado 5 del álabe 2 de rotor y un segundo elemento de sujeción 4 adaptado para estar dispuesto en un segundo lado 6 del álabe de rotor, como se ilustra en la Fig. 11. Un mecanismo de sujeción 7 conecta el primer elemento de sujeción 3 y el segundo elemento de sujeción 4 y está adaptado para abrir la herramienta de sujeción 1 para la inserción del álabe 2 de rotor entre los elementos de sujeción primero y segundo 3, 4 y cerrar la herramienta de sujeción 1 para la sujeción del álabe 2 de rotor entre los elementos de sujeción primero y segundo 3, 4.

30

En esta realización, cada uno de los elementos de sujeción primero y segundo 3, 4 incluye una palanca de equilibrio principal 16, 17 que está dispuesta de forma pivotante alrededor de un eje de pivote principal 18, 19 y que tiene un primer extremo 20 en el que una primera palanca de equilibrio 8 correspondiente está dispuesta de forma pivotante alrededor de un primer eje de pivote 10 correspondiente y un segundo extremo 21 en el que una segunda palanca de equilibrio 9 correspondiente está dispuesta de forma pivotante alrededor de un segundo eje de pivote 11 correspondiente. Cada palanca de equilibrio 8, 9 tiene un primer extremo 12 conectado de manera flexible con una primera superficie 14 de contacto correspondiente de álabe de rotor y un segundo extremo 13 conectado de manera flexible con una segunda superficie 15 de contacto de álabe de rotor correspondiente. Como se observa, aquellas palancas de equilibrio primera y segunda 8, 9 que están dispuestas en la misma palanca de equilibrio principal 16, 17 están alineadas en su dirección longitudinal.

35

40

45

50

55

60

65

Como se ilustra en las Fig. 7-9 y 10, la conexión flexible entre cada extremo 12, 13 de las palancas de equilibrio 8, 9 y la superficie 14, 15 de contacto del álabe de rotor correspondiente tiene la forma de una junta esférica 51 con movimiento limitado. La junta esférica 51 está formada por un elemento de conexión 52 con una cabeza parcialmente esférica 53 dispuesta en un orificio cilíndrico 54 con fondo cónico 55. Un árbol 56 del elemento de conexión 52 está dispuesto en un orificio cilíndrico 57 formado en el extremo 12, 13 correspondiente de la palanca de equilibrio 8, 9 correspondiente, y el orificio cilíndrico 54 en el que está dispuesta la cabeza parcialmente esférica 53 del elemento de conexión 52 está formado en el elemento de contacto longitudinal primero o segundo 22, 23 correspondiente que forma la superficie 14, 15 de contacto del álabe de rotor correspondiente. El árbol 56 del elemento de conexión 52 es ajustable en la dirección longitudinal del orificio cilíndrico 57 de la palanca de equilibrio 8, 9 correspondiente mediante un tornillo no mostrado insertado en un orificio roscado 58 en el extremo del árbol 56 del elemento de conexión 52. De manera adicional, la rotación del árbol 56 del elemento de conexión 52 en el orificio cilíndrico 57 se evita por medio de una chaveta 59 que se ajusta a las ranuras de chaveta correspondientes del árbol 56 del elemento de conexión 52 y el orificio cilíndrico 57. La cabeza parcialmente esférica 53 se mantiene flexible en el orificio cilíndrico 54 contra el fondo cónico 55 por medio de un anillo de goma 60 dispuesto encima de la cabeza 53. De manera adicional, el movimiento de la junta esférica 51 está limitado por medio de un pasador 64 insertado a través de un orificio correspondiente que se extiende a través de la cabeza parcialmente esférica 53. Los extremos del pasador 64 están dispuestos en ranuras 65 opuestas correspondientes formadas longitudinalmente en la pared del orificio cilíndrico 54 formado en el elemento de contacto longitudinal primero o segundo 22, 23 correspondiente de modo que el pasador 64 se extiende generalmente en la dirección longitudinal del elemento de contacto longitudinal 22, 23 correspondiente. De esta forma, la rotación de la junta esférica 51 está limitada a ciertos ángulos de rotación alrededor del eje longitudinal del árbol 56 y alrededor de un eje que se extiende en ángulo recto con respecto al eje longitudinal del árbol 56 y que se extiende en ángulo recto con la dirección longitudinal del elemento de contacto longitudinal 22, 23 correspondiente.

Como se observa en las Fig. 1 a 4, 11 y 13 a 20, la herramienta de sujeción 1 está provista de un accesorio de

elevación 36 dispuesto de manera que, durante la elevación, el primer elemento de sujeción 3 está dispuesto en un lado generalmente ascendente 5 del álabe 2 de rotor, y el segundo elemento de sujeción 4 está dispuesto en un lado generalmente descendente 6 del álabe 2 de rotor. En general, de acuerdo con la presente invención, las cuatro superficies 14, 15 de contacto de álabe de rotor separadas de los elementos de sujeción primero y segundo 3, 4 están adaptadas para estar dispuestas sucesivamente en la dirección longitudinal del álabe de rotor. Como se observa, en la realización ilustrada en las Fig. 1 a 4 y 11, la distancia entre los ejes de pivote primero y segundo 10, 11 de la palanca de equilibrio principal 17 del segundo elemento de sujeción 4 es mayor que la distancia entre los ejes de pivote primero y segundo 10, 11 de la palanca de equilibrio principal 16 del primer elemento de sujeción 3. Preferentemente, la distancia entre los ejes de pivote primero y segundo 10, 11 de la palanca de equilibrio principal 17 del segundo elemento de sujeción 4 es de al menos 1,5 veces, más preferentemente al menos 2 veces, y lo más preferido aproximadamente 2,5 veces, la distancia entre los ejes de pivote primero y segundo 10, 11 de la palanca de equilibrio principal 16 del primer elemento de sujeción 3.

Tal y como se observa en las Fig. 5 a 8, la primera superficie 14 de contacto del álabe de rotor y la segunda superficie 15 de contacto del álabe de rotor de cada palanca de equilibrio 8, 9 tienen la forma de elementos de contacto longitudinales 22, 23 respectivos que están alineados en su dirección longitudinal y que están dispuestos al menos sustancialmente de extremo a extremo, pero con suficiente espacio libre para permitir un movimiento mutuo, formando de este modo una superficie 24, 25 total de contacto del álabe de rotor de la palanca de equilibrio 8, 9 respectiva. Cada elemento de contacto longitudinal 22, 23 está provisto de una superficie de contacto formada por un material adecuado, tal como goma o similares, para lograr una fricción adecuadamente alta entre el elemento de contacto longitudinal 22, 23 y la superficie del álabe de rotor. Como alternativa, la superficie de contacto puede estar formada, de hecho, por una pieza de material flexible que se extiende sobre todos los elementos de contacto 22, 23 que pertenecen a la palanca de equilibrio principal 16, 17 respectiva. Dicha superficie de contacto puede estar formada adecuadamente con nervaduras y/o ranuras o similares para obtener un mejor agarre.

En la realización ilustrada en las Fig. 13 a 16, el primer elemento de sujeción 3 incluye una palanca de equilibrio principal 16 dispuesta de forma pivotante alrededor del eje de pivote principal 18 tal como en la realización ilustrada en las Fig. 1 a 4. Sin embargo, en la realización ilustrada en las Fig. 13 a 16, el segundo elemento de sujeción 4 incluye una barra cruzada 66 dispuesta en el mecanismo de sujeción 7 y que tiene un primer extremo 67 en el que una primera palanca de equilibrio 8 correspondiente está dispuesta de forma pivotante alrededor de un primer eje de pivote 10 correspondiente y un segundo extremo 68 en el que una segunda palanca de equilibrio 9 correspondiente está dispuesta de forma pivotante alrededor de un segundo eje de pivote 11. Las palancas de equilibrio primera y segunda 8, 9 dispuestas en la barra cruzada 66 están alineadas en su dirección longitudinal. De manera adicional, la barra cruzada 66 está fijada contra la rotación en relación con el mecanismo de sujeción 7 alrededor de cualquier eje que se extienda al menos sustancialmente en paralelo con el eje de pivote principal 18 del primer elemento de sujeción 3. Debido a que la barra cruzada 66 está fijada contra la rotación con respecto al mecanismo de sujeción 7 alrededor de cualquier eje más o menos paralelo al eje de pivote principal 18 del primer elemento de sujeción 3, el álabe de turbina eólica puede mantenerse en una orientación fija con relación a la herramienta 1 de sujeción de álabe de rotor. De este modo, se puede facilitar el manejo del álabe de turbina eólica mediante la herramienta de sujeción 1.

La herramienta de sujeción 1 ilustrada en las Fig. 13 a 16 está provista de un accesorio de elevación 36 dispuesto de manera que, durante la elevación, el primer elemento de sujeción 3 está adaptado para estar dispuesto en un lado generalmente ascendente 5 del álabe 2 de rotor, y el segundo elemento de sujeción 4 está adaptado para estar dispuesto en un lado generalmente descendente 6 del álabe 2 de rotor.

De manera adicional, como se observa en las Fig. 1, 2, 4 y 13 a 16, en el primer elemento de sujeción 3, la superficie 24 total de contacto del álabe de rotor de la primera palanca de equilibrio 8 y la superficie 25 total de contacto del álabe de rotor de la segunda palanca de equilibrio 9 están dispuestas al menos sustancialmente de extremo a extremo, pero con suficiente espacio libre para permitir un movimiento mutuo, mientras que, en el segundo elemento de sujeción 4, la superficie 24 total de contacto del álabe de rotor de la primera palanca de equilibrio 8 y la superficie 25 total de contacto del álabe de rotor de la segunda palanca de equilibrio 9 están espaciadas a una distancia D indicada en la Fig. 4. Como se indica además, la superficie 24, 25 total de contacto del álabe de rotor de la palanca de equilibrio primera o segunda 8, 9 del primer elemento de sujeción 3 tiene una longitud L. En la realización ilustrada, D es aproximadamente $5/3 \times L$. Es más, como se observa, la longitud combinada, en el primer elemento de sujeción 3, de la superficie 24 total de contacto del álabe de rotor de la primera palanca de equilibrio 8 y de la superficie 25 total de contacto del álabe de rotor de la segunda palanca de equilibrio 9 es ligeramente superior a 2 L. Según la invención, se prefiere que D sea mayor que el 65 por ciento de, más preferentemente más del 70 por ciento de, y lo más preferido más del 75 por ciento de dicha longitud combinada de 2 L.

Tal y como se observa en las Fig. 5 a 7, la palanca de equilibrio principal 16 del primer elemento de sujeción 3 incluye una primera y una segunda pared de palanca 26, 27 dispuestas en una configuración espaciada y paralela y que están fijadas entre sí por medio de una placa superior 28 y una placa inferior 29, y las palancas de equilibrio primera y segunda 8, 9 correspondientes se extienden al menos parcialmente entre la pared 26, 27 de palanca

primera y segunda.

Como se observa en las Fig. 1 a 4, el mecanismo de sujeción 7 que conecta el primer elemento de sujeción 3 y el segundo elemento de sujeción 4 incluye un soporte rígido en forma de C 30 que tiene una primera pata 31 y una segunda pata 32. Un soporte de cojinete principal 33 para la palanca de equilibrio principal 16 del primer elemento de sujeción 3 está articulado a la primera pata 31 del soporte en forma de C 30 y es pivotante con relación a la primera pata 31 por medio de un accionador de sujeción 35. Un cojinete principal 34 para la palanca de equilibrio principal 17 del segundo elemento de sujeción 4 está dispuesto directamente en la segunda pata 32 del soporte en forma de C 30.

En la realización ilustrada en las Fig. 13 a 16, el mecanismo de sujeción 7 que conecta el primer elemento de sujeción 3 y el segundo elemento de sujeción 4 incluye un soporte rígido en forma de C 30 que tiene una primera pata 31 y una segunda pata 32. Un soporte de cojinete principal 33 para una palanca de equilibrio principal 16 del primer elemento de sujeción 3 está articulado a la primera pata 31 del soporte en forma de C 30 y es pivotante con relación a la primera pata 31 por medio de un accionador de sujeción 35. La barra cruzada 66 del segundo elemento de sujeción 4 está dispuesta en la segunda pata 32 del soporte en forma de C 30 por medio de una pieza adaptadora intercambiable 69 atornillada a la barra cruzada 66 y dispuesta para mantener un cierto ángulo entre una dirección longitudinal de la barra cruzada 66 y una parte intermedia 70 del soporte rígido en forma de C 30 que conecta las patas primera y segunda 31, 32 del soporte rígido en forma de C 30. La pieza adaptadora intercambiable 69 está atornillada a la barra cruzada 66 por que la pieza adaptadora intercambiable 69 está provista de una serie de orificios 82 para pernos en una brida 84 de la pieza adaptadora intercambiable 69 correspondiente a los orificios 83 para pernos de la barra cruzada 66. La brida 84 está provista además de un saliente 85 que coincide con un rebaje correspondiente no mostrado de la barra cruzada 66.

La pieza adaptadora intercambiable 69 está conectada a la segunda pata 32 del soporte en forma de C 30 por medio de una bisagra 71 que tiene un eje de bisagra que se extiende en la dirección longitudinal de la barra cruzada 66 de modo que el segundo elemento de sujeción 4 puede oscilar entre una posición de inserción para la inserción del álabe 2 de rotor entre los elementos de sujeción primero y segundo 3, 4 como se ilustra en las Fig. 15, 16, 18 y 20 y una posición de sujeción adecuada para sujetar el álabe 2 de rotor entre los elementos de sujeción primero y segundo 3, 4 como se ilustra en las Fig. 13, 14, 17 y 19. La bisagra 71 se forma mediante la inserción de un pasador 79 de bisagra en los orificios 80 de bisagra de la segunda pata 32 del soporte en forma de C 30 y de la pieza adaptadora intercambiable 69, respectivamente.

La pieza adaptadora intercambiable 69 se ilustra con más detalles en las Fig. 21 a 23.

En una realización no ilustrada, el segundo elemento de sujeción 4 puede oscilar entre la posición de inserción y la posición de sujeción mediante un accionador hidráulico.

En la realización ilustrada en las Fig. 13 a 20, la pieza adaptadora intercambiable 69 está adaptada para quedar bloqueada en la posición de sujeción mediante una disposición de bloqueo 72 en forma de un pasador de bloqueo 77 insertable en un orificio de bloqueo 78 de la pieza adaptadora intercambiable y un orificio de bloqueo 81 correspondiente de la segunda pata 32 del soporte en forma de C 30 y conectando así la pieza adaptadora intercambiable 69 a la segunda pata 32 del soporte en forma de C 30.

En la realización ilustrada en las Fig. 13 a 20, la parte intermedia 70 del soporte rígido en forma de C 30 está provista de una barra transversal 74 que tiene extremos opuestos 75, estando cada uno de los cuales provisto de una pieza de soporte 76 adaptada para soportar un borde de ataque o un borde de salida de un álabe de turbina eólica sujeto por la herramienta 1 de sujeción de álabe de rotor.

Mediante la pieza adaptadora intercambiable 69 atornillada a la barra cruzada 66, se puede obtener un ángulo adecuado para el álabe de turbina eólica específico que se va a manipular entre una dirección longitudinal de la barra cruzada 66 y la parte intermedia 70 del soporte rígido en forma de C 30. De este modo, el soporte rígido en forma de C 30 puede manipularse, por poner un ejemplo, con su parte intermedia 70 extendiéndose en una dirección al menos sustancialmente vertical, como se ilustra mejor en las Fig. 14 y 16. De este modo, puede facilitarse la manipulación del álabe de turbina eólica. En las realizaciones ilustradas en las Fig. 1 a 11 y en las Fig. 13 a 16, la herramienta de sujeción 1 está provista de un accesorio de elevación 36 en forma de un brazo de elevación 37 que tiene un primer extremo 38 conectado al mecanismo de sujeción 7 por medio de un elemento de pivote 40 y un segundo extremo 39 adaptado para conectarse a un cable de una grúa de elevación o similares por medio de un perno de ojillo 50. El elemento de pivote 40 permite un movimiento de pivote del brazo de elevación 37 en relación con la herramienta de sujeción 1 alrededor de dos ejes 41, 42 diferentes que están en ángulo recto entre sí, y el brazo de elevación 37 pivota alrededor de dichos ejes por medio de un accionador de elevación primero y segundo 43, 44 respectivo. De este modo, el ángulo de la herramienta de sujeción 1 y, por tanto, el ángulo del álabe 2 de rotor transportado por la herramienta 1 puede variar durante la manipulación del álabe de rotor de modo que, por ejemplo, el álabe puede colocarse correctamente en relación con el cubo de la turbina eólica cuando el álabe 2 se va a montar en el mismo.

5 La primera pata 31 del soporte en forma de C 30 forma un elemento de horquilla 45 que tiene una primera pata 46 y una segunda pata 47 que transporta un eje 48 de bisagra entre ellas sobre el cual el primer elemento de sujeción 3 está articulado a la primera pata 31 del soporte en forma de C 30. El primer extremo 38 del brazo de elevación 37 está conectado a la primera pata 46 del elemento de horquilla 45 por medio del elemento de pivote 40, el primer accionador de elevación 43 está dispuesto entre la segunda pata 47 del elemento de horquilla 45 y el brazo de elevación 37, y el segundo accionador de elevación 44 está dispuesto entre una parte central 49 del elemento de horquilla 30 y el brazo de elevación 37.

10 En una realización alternativa de la herramienta de sujeción 1 ilustrada en las Fig. 1 a 11 y en las Fig. 13 a 16, la herramienta de sujeción 1 puede adaptarse para ser usada en un sistema de elevación de álabes de rotor no mostrado para la instalación y/o desinstalación de un álabe de rotor en un cubo de una turbina eólica, en donde el sistema de elevación de álabes de rotor incluye un sistema de soporte de cable superior adaptado para ser montado en un extremo superior de la turbina eólica, un sistema de soporte de cable inferior adaptado para ser
 15 izquierdo y uno derecho adaptados ambos para extenderse, en una relación espaciada, entre el sistema de soporte de cable superior y el sistema de soporte de cable inferior. En esta realización alternativa de la herramienta de sujeción 1 según la invención, la herramienta de sujeción 1 puede adaptarse para estar dispuesta con la parte central del soporte en forma de C 30 por encima del álabe 2 de rotor, la primera pata 31 del soporte en forma de C hacia la izquierda, en un primer lado de presión o succión del álabe del rotor, y la segunda pata 32 del soporte en forma de C hacia la derecha, en un segundo lado de presión o succión del álabe de rotor. Por lo tanto, el accesorio de elevación 36 puede sustituirse por medio de un sistema de ascenso izquierdo dispuesto en la primera pata 31 del soporte en forma de C y adaptado para ascender por el cable izquierdo y un sistema de ascenso derecho dispuesto en la segunda pata 32 del soporte en forma de C y adaptado para ascender sobre el cable derecho, cada uno de los sistemas de ascenso izquierdo y derecho incluye al menos un primer y un segundo rodillo adaptados para rodar sobre el cable respectivo y adaptados a, cuando el sistema de sujeción se sujeta al álabe de rotor, estar espaciados en una dirección longitudinal del álabe de rotor de modo que los primeros rodillos se colocan
 20 más cerca de un extremo de raíz del álabe de rotor que los segundos rodillos, y en donde al menos uno de los rodillos primero y segundo de cada uno de los sistemas de ascenso izquierdo y derecho es un rodillo accionado por motor. En esta realización alternativa de la herramienta de sujeción 1, puede ser preferible que, en los elementos de sujeción tanto primero como segundo 3, 4, la superficie 24 total de contacto del álabe de rotor de la primera palanca de equilibrio 8 y la superficie 25 total de contacto del álabe de rotor de la segunda palanca de equilibrio 9 están espaciadas a una distancia D indicada en la Fig. 4.

35 La Fig. 12 ilustra una realización alternativa de la herramienta 1 de sujeción de álabe de rotor según la invención, que transporta un álabe 2 de rotor. De acuerdo con esta realización, la herramienta de sujeción 1 es transportada por medio de un accesorio de elevación 36 diferente en forma de un soporte en forma de V 61 que tiene un extremo superior adaptado para conectarse a un cable de una grúa de elevación o similares y que tiene un extremo inferior que es inclinable en relación a una caja 63 de accionador dispuesta en el soporte en forma de C 30 alrededor de un eje que es sustancialmente paralelo a la dirección longitudinal del álabe 2 de rotor por medio de accionadores de inclinación 62. La caja 63 del accionador está dispuesta de forma giratoria por medio de un accionador no
 40 mostrado en el soporte en forma de C 30 alrededor de un eje que está sustancialmente en ángulo recto con respecto a la dirección longitudinal del álabe 2 de rotor y que es sustancialmente horizontal en la ilustración.

Lista de números de referencia

- 45
- D distancia entre la superficie total de contacto del álabe de rotor de la palanca de equilibrio primera y la segunda del segundo elemento de sujeción
 - L longitud total de la superficie de contacto del álabe de rotor de la palanca de equilibrio primera o segunda del primer elemento de sujeción
 - 1 herramienta de sujeción de álabe de rotor
 - 2 álabe de rotor de turbina eólica
 - 3 primer elemento de sujeción
 - 4 segundo elemento de sujeción
 - 5 primer lado del álabe de rotor
 - 6 segundo lado del álabe de rotor
 - 7 mecanismo de sujeción
 - 8 primera palanca de equilibrio
 - 9 segunda palanca de equilibrio
 - 10 primer eje de pivote

- 11 segundo eje de pivote
- 12 primer extremo de palanca de equilibrio
- 13 segundo extremo de palanca de equilibrio
- 14 primera superficie de contacto del álabe de rotor
- 15 segunda superficie de contacto del álabe de rotor
- 16 primera palanca de equilibrio principal
- 17 segunda palanca de equilibrio principal
- 18 primer eje de pivote principal
- 19 segundo eje de pivote principal
- 20 primer extremo de palanca de equilibrio principal
- 21 segundo extremo de palanca de equilibrio principal
- 22 primer elemento de contacto longitudinal
- 23 segundo elemento de contacto longitudinal
- 24 primera superficie total de contacto del álabe de rotor
- 25 segunda superficie total de contacto del álabe de rotor
- 26 primera pared de palanca la primera palanca de equilibrio principal
- 27 segunda pared de palanca la primera palanca de equilibrio principal
- 28 placa superior de la primera palanca de equilibrio principal
- 29 placa inferior de la primera palanca de equilibrio principal
- 30 soporte en forma de C
- 31 primera pata del soporte en forma de C
- 32 segunda pata del soporte en forma de C
- 33 soporte de cojinete principal para la primera palanca de equilibrio principal
- 34 cojinete principal para la segunda palanca de equilibrio principal
- 35 accionador de sujeción
- 36 accesorio de elevación
- 37 brazo de elevación
- 38 primer extremo del brazo de elevación
- 39 segundo extremo del brazo de elevación
- 40 elemento de pivote
- 41 primer eje del elemento de pivote
- 42 segundo eje del elemento de pivote
- 43 primer accionador de elevación
- 44 segundo accionador de elevación
- 45 elemento de horquilla
- 46 primera pata del elemento de horquilla
- 47 segunda pata del elemento de horquilla
- 48 eje de bisagra del elemento de horquilla
- 49 parte central del elemento de horquilla
- 50 perno de ojillo

51	junta esférica
52	elemento de conexión
53	cabeza parcialmente esférica
54	orificio cilíndrico en elemento de contacto longitudinal
55	fondo cónico
56	árbol del elemento de conexión
57	orificio cilíndrico en palanca de equilibrio
58	orificio roscado en elemento de conexión
59	chaveta
60	anillo de goma
61	soporte en forma de V
62	accionadores basculantes
63	caja del accionador
64	pasador
65	ranura en la pared del orificio cilíndrico
66	barra cruzada
67	primer extremo de barra cruzada
68	segundo extremo de barra transversal
69	pieza adaptadora intercambiable
70	parte intermedia del soporte rígido en forma de C
71	bisagra
72	disposición de bloqueo
73	contorno en sección transversal de un álabe de turbina eólica
74	barra transversal
75	final de barra cruzada
76	pieza de soporte
77	pasador de seguridad
78	orificio de bloqueo de la pieza adaptadora intercambiable
79	pasador de bisagra
80	orificio de bisagra
81	orificio de bloqueo de la segunda pata
82	orificios para pernos de la pieza adaptadora intercambiable
83	orificios para pernos de la barra cruzada
84	brida de pieza adaptadora intercambiable
85	saliente coincidente de la pieza adaptadora intercambiable

REIVINDICACIONES

1. Una herramienta (1) de sujeción de álabes de rotor para levantar un álabes (2) de rotor de turbina eólica, incluyendo la herramienta de sujeción un primer elemento de sujeción (3) adaptado para estar dispuesto en un primer lado (5) del álabes (2) de rotor, un segundo elemento de sujeción (4) adaptado para estar dispuesto en un segundo lado (6) del álabes de rotor, y un mecanismo de sujeción (7) que conecta el primer elemento de sujeción (3) y el segundo elemento de sujeción (4) y que está adaptado para abrir la herramienta de sujeción (1) para una inserción del álabes (2) de rotor entre los elementos de sujeción primero y segundo (3, 4) y cerrar la herramienta de sujeción (1) para una sujeción del álabes (2) de rotor entre los elementos de sujeción primero y segundo (3, 4), al menos uno de los elementos de sujeción primero y segundo (3, 4) incluyendo una primera palanca de equilibrio (8) y una segunda palanca de equilibrio (9), estando cada palanca de equilibrio dispuesta de manera pivotante alrededor de un eje de pivote (10, 11) y teniendo un primer extremo (12) conectado de manera flexible con una primera superficie (14) de contacto del álabes de rotor correspondiente y un segundo extremo (13) conectado de manera flexible con una segunda superficie (15) de contacto del álabes de rotor correspondiente, en donde el al menos uno de los elementos de sujeción primero y segundo (3, 4) incluye una palanca de equilibrio principal (16, 17) que está dispuesta de forma pivotante alrededor de un eje de pivote principal (18, 19) y que tiene un primer extremo (20) en el que la primera palanca de equilibrio (8) correspondiente está dispuesta de forma pivotante alrededor de un primer eje de pivote (10) correspondiente y un segundo extremo (21) en el que la segunda palanca de equilibrio (9) correspondiente está dispuesta de forma pivotante alrededor de un segundo eje de pivote (11) correspondiente, y en donde las palancas de equilibrio primera y segunda (8, 9) dispuestas en la misma palanca de equilibrio principal (16, 17) están alineadas en su dirección longitudinal, **caracterizada por que** una palanca de equilibrio principal (16) del primer elemento de sujeción (3) incluye una primera y una segunda pared (26, 27) de palanca dispuestas en una configuración espaciada y paralela y que están fijadas entre sí por medio de una placa superior (28) y una placa inferior (29), y **por que** las palancas de equilibrio primera y segunda (8, 9) correspondientes se extienden al menos parcialmente entre la pared (26, 27) de palanca primera y segunda.
2. Una herramienta de sujeción de álabes de rotor según la reivindicación 1, en donde las cuatro superficies (14, 15) de contacto de álabes de rotor separadas del al menos uno de los elementos de sujeción primero y segundo (3, 4) están adaptadas para estar dispuestas sucesivamente en la dirección longitudinal del álabes de rotor.
3. Una herramienta de sujeción de álabes de rotor según la reivindicación 1 o 2, en donde la herramienta de sujeción (1) está provista de un accesorio de elevación (36) dispuesto de manera que, durante la elevación, el primer elemento de sujeción (3) está adaptado para estar dispuesto en un lado generalmente ascendente (5) del álabes (2) de rotor, y el segundo elemento de sujeción (4) está adaptado para estar dispuesto en un lado generalmente descendente (6) del álabes (2) de rotor, y en donde la distancia entre los ejes de pivote primero y segundo (10, 11) de la palanca de equilibrio principal (17) del segundo elemento de sujeción (4) es más larga que, preferentemente al menos 1,5 veces, más preferentemente al menos 2 veces, y lo más preferido aproximadamente 2,5 veces, la distancia entre los ejes de pivote primero y segundo (10, 11) de una palanca de equilibrio principal (16) del primer elemento de sujeción (3).
4. Una herramienta de sujeción de álabes de rotor según la reivindicación 1 o 2, en donde el primer elemento de sujeción (3) incluye la palanca de equilibrio principal (16) dispuesta de forma pivotante alrededor del eje de pivote principal (18), en donde el segundo elemento de sujeción (4) incluye una barra cruzada (66) dispuesta en el mecanismo de sujeción (7) y que tiene un primer extremo (67) en el que una primera palanca de equilibrio (8) correspondiente está dispuesta de forma pivotante alrededor de un primer eje de pivote (10) correspondiente y un segundo extremo (68) en el que una segunda palanca de equilibrio (9) correspondiente está dispuesta de forma pivotante alrededor de un segundo eje de pivote (11) correspondiente, en donde las palancas de equilibrio primera y segunda (8, 9) dispuestas en la barra cruzada (66) están alineadas en su dirección longitudinal, y en donde la barra cruzada (66) está fijada contra la rotación con respecto al mecanismo de sujeción (7) alrededor de cualquier eje que se extienda al menos sustancialmente en paralelo con el eje de pivote principal (18) del primer elemento de sujeción (3).
5. Una herramienta de sujeción de álabes de rotor según la reivindicación 1, 2 o 4, en donde la herramienta de sujeción (1) está provista de un accesorio de elevación (36) dispuesto de manera que, durante la elevación, el primer elemento de sujeción (3) está adaptado para estar dispuesto en un lado generalmente ascendente (5) del álabes (2) de rotor, y el segundo elemento de sujeción (4) está adaptado para estar dispuesto en un lado generalmente descendente (6) del álabes (2) de rotor.
6. Una herramienta de sujeción de álabes de rotor según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la primera superficie (14) de contacto del álabes de rotor y la segunda superficie (15) de contacto del álabes de rotor de cada palanca de equilibrio (8, 9) tienen la forma de elementos de contacto longitudinales (22, 23) respectivos que están alineados en su dirección longitudinal y que están dispuestos al menos sustancialmente de extremo a extremo, pero con suficiente espacio libre para permitir un movimiento mutuo, formando de este modo una superficie (24, 25) total de contacto del álabes de rotor de la palanca de equilibrio (8, 9) respectiva.
7. Una herramienta de sujeción de álabes de rotor según la reivindicación 6, en donde, en el primer elemento de

5 sujeción (3), la superficie (24) total de contacto del álabe de rotor de la primera palanca de equilibrio (8) y la
 superficie (25) total de contacto del álabe de rotor de la segunda palanca de equilibrio (9) están dispuestas al
 menos sustancialmente de extremo a extremo, pero con suficiente espacio libre para permitir un movimiento mutuo,
 y en donde, en el segundo elemento de sujeción (4), la superficie (24) total de contacto del álabe de rotor de la
 10 primera palanca de equilibrio (8) y la superficie (25) total de contacto del álabe de rotor de la segunda palanca de
 equilibrio (9) están espaciadas a una distancia (D) que es superior a la longitud (L) de la superficie (24, 25) total de
 contacto del álabe de rotor de la palanca de equilibrio primera o segunda (8, 9) del primer elemento de sujeción
 (3), y preferentemente más del 65 por ciento de, más preferentemente más del 70 por ciento de, y lo más preferido
 más del 75 por ciento de la longitud combinada, en el primer elemento de sujeción (3), de la superficie (24) total
 de contacto del álabe de rotor de la primera palanca de equilibrio (8) y de la superficie (25) total de contacto del
 álabe de rotor de la segunda palanca de equilibrio (9).

15 8. Una herramienta de sujeción de álabe de rotor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el
 mecanismo de sujeción (7) que conecta el primer elemento de sujeción (3) y el segundo elemento de sujeción (4)
 incluye un soporte rígido en forma de C (30) que tiene una primera pata (31) y una segunda pata (32), en donde
 un soporte (33) de cojinete principal para una palanca de equilibrio principal (16) del primer elemento de sujeción
 (3) está articulado a la primera pata (31) del soporte en forma de C (30) y es pivotante con relación a la primera
 pata (31) por medio de un accionador de sujeción (35), y en donde un cojinete principal (34) para una palanca de
 20 equilibrio principal (17) del segundo elemento de sujeción (4) está dispuesto directamente en la segunda pata (32)
 del soporte en forma de C (30).

25 9. Una herramienta de sujeción de álabe de rotor según una cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 o 4, en donde
 el mecanismo de sujeción (7) que conecta el primer elemento de sujeción (3) y el segundo elemento de sujeción
 (4) incluye un soporte rígido en forma de C (30) que tiene una primera pata (31) y una segunda pata (32), en donde
 un soporte (33) de cojinete principal para una palanca de equilibrio principal (16) del primer elemento de sujeción
 (3) está articulado a la primera pata (31) del soporte en forma de C (30) y es pivotante con relación a la primera
 pata (31) por medio de un accionador de sujeción (35), y en donde la barra cruzada (66) del segundo elemento de
 sujeción (4) está dispuesta en la segunda pata (32) del soporte en forma de C (30) mediante una pieza adaptadora
 30 intercambiable (69) atornillada a la barra cruzada (66) y dispuesta para mantener un cierto ángulo entre una
 dirección longitudinal de la barra cruzada (66) y una parte intermedia (70) del soporte rígido en forma de C (30)
 que conecta las patas primera y segunda (31, 32) del soporte rígido en forma de C (30).

35 10. Una herramienta de sujeción de álabe de rotor según la reivindicación 9, en donde la pieza adaptadora
 intercambiable (69) está conectada a la segunda pata (32) del soporte en forma de C (30) por medio de una bisagra
 (71) que tiene un eje de bisagra que se extiende en la dirección longitudinal de la barra cruzada (66) de modo que
 el segundo elemento de sujeción (4) puede oscilar entre una posición de inserción para la inserción del álabe (2)
 de rotor entre los elementos de sujeción primero y segundo (3, 4) y una posición de sujeción adecuada para la
 sujeción del álabe (2) de rotor entre los elementos de sujeción primero y segundo (3, 4).

40 11. Una herramienta de sujeción de álabe de rotor según la reivindicación 10, en donde el segundo elemento de
 sujeción (4) puede oscilar entre la posición de inserción y la posición de sujeción mediante un accionador hidráulico.

45 12. Una herramienta de sujeción de álabe de rotor según la reivindicación 10 u 11, en donde la pieza adaptadora
 intercambiable (69) está adaptada para quedar bloqueada en la posición de sujeción mediante un dispositivo de
 bloqueo (72) que conecta la pieza adaptadora intercambiable (69) a la segunda pata (32) del soporte en forma de
 C (30).

50 13. Una herramienta de sujeción de álabe de rotor según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en donde
 la parte intermedia (70) del soporte rígido en forma de C (30) está provista de una barra transversal (74) que tiene
 extremos opuestos (75), estando cada uno de los cuales provisto de una pieza de soporte (76) adaptada para
 soportar un borde de ataque o un borde de salida de un álabe de turbina eólica sujeto por la herramienta (1) de
 sujeción de álabe de rotor.

55 14. Una herramienta de sujeción de álabe de rotor según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en
 donde la herramienta de sujeción (1) está provista de un accesorio de elevación (36) en forma de un brazo de
 elevación (37) que tiene un primer extremo (38) conectado al mecanismo de sujeción (7) por medio de un elemento
 de pivote (40) y un segundo extremo (39) adaptado para conectarse a un cable de una grúa de elevación o
 similares, en donde el elemento de pivote (40) permite un movimiento de pivote del brazo de elevación (37) en
 60 relación con la herramienta de sujeción (1) alrededor de dos ejes (41, 42) diferentes que están en ángulo recto
 entre sí, y en donde el brazo de elevación (37) pivota alrededor de dichos ejes por medio de un accionador de
 elevación primero y segundo (43, 44) respectivo.

65 15. Una herramienta de sujeción de álabe de rotor según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12 y según la
 reivindicación 14, en donde la primera pata (31) del soporte en forma de C (30) forma un elemento de horquilla
 (45) que tiene una primera pata (46) y una segunda pata (47) que transporta un eje (48) de bisagra entre ellas
 sobre el cual el primer elemento de sujeción (3) está articulado a la primera pata (31) del soporte en forma de C

(30), en donde el primer extremo (38) del brazo de elevación (37) está conectado a la primera pata (46) del elemento de horquilla (45) por medio del elemento de pivote (40), en donde el primer accionador de elevación (43) está dispuesto entre la segunda pata (47) del elemento de horquilla (45) y el brazo de elevación (37), y en donde el segundo accionador de elevación (44) está dispuesto entre la primera pata (31) del soporte en forma de C (30) o una parte central (49) del elemento de horquilla (30) y el brazo de elevación (37).

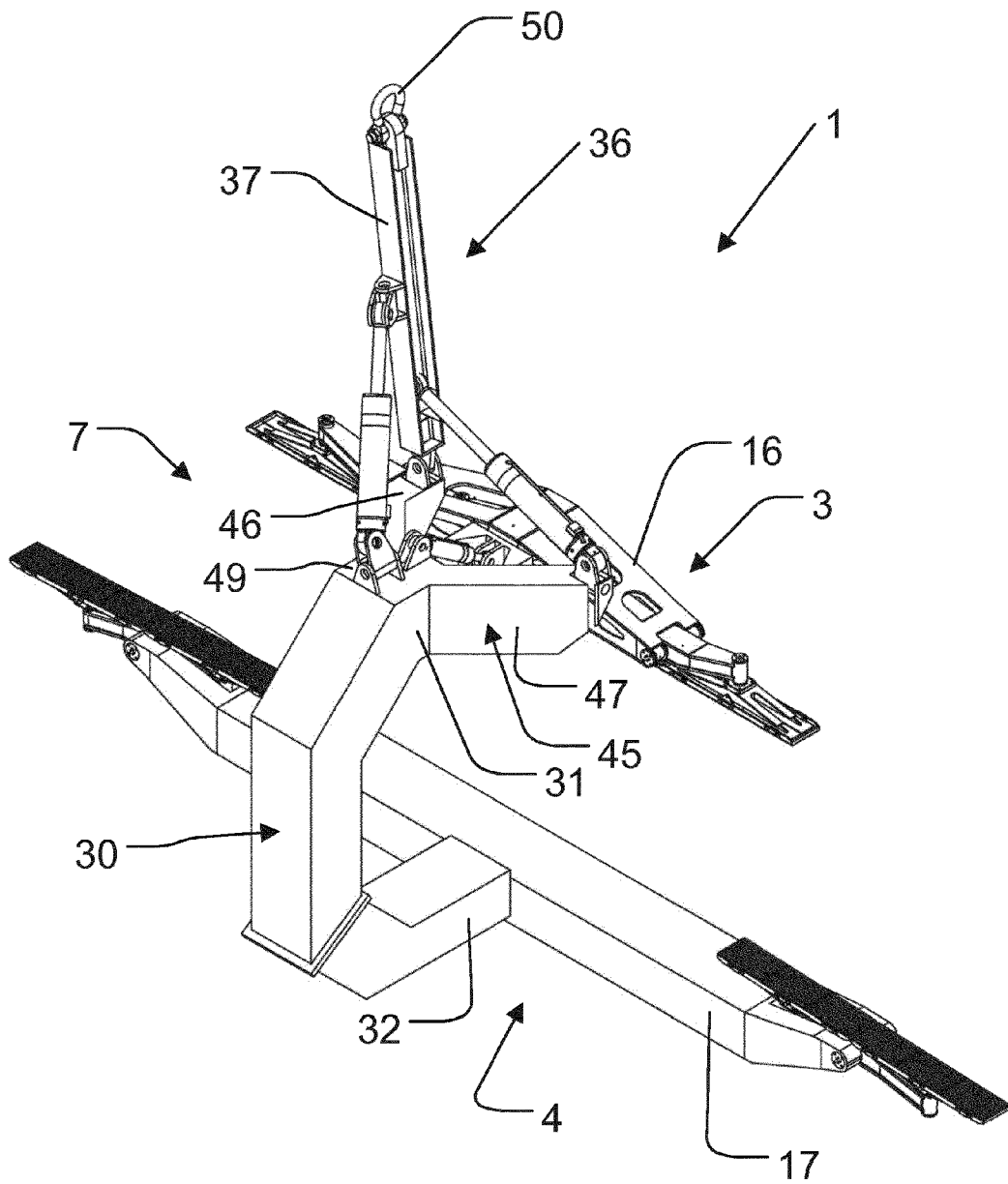


Fig. 1

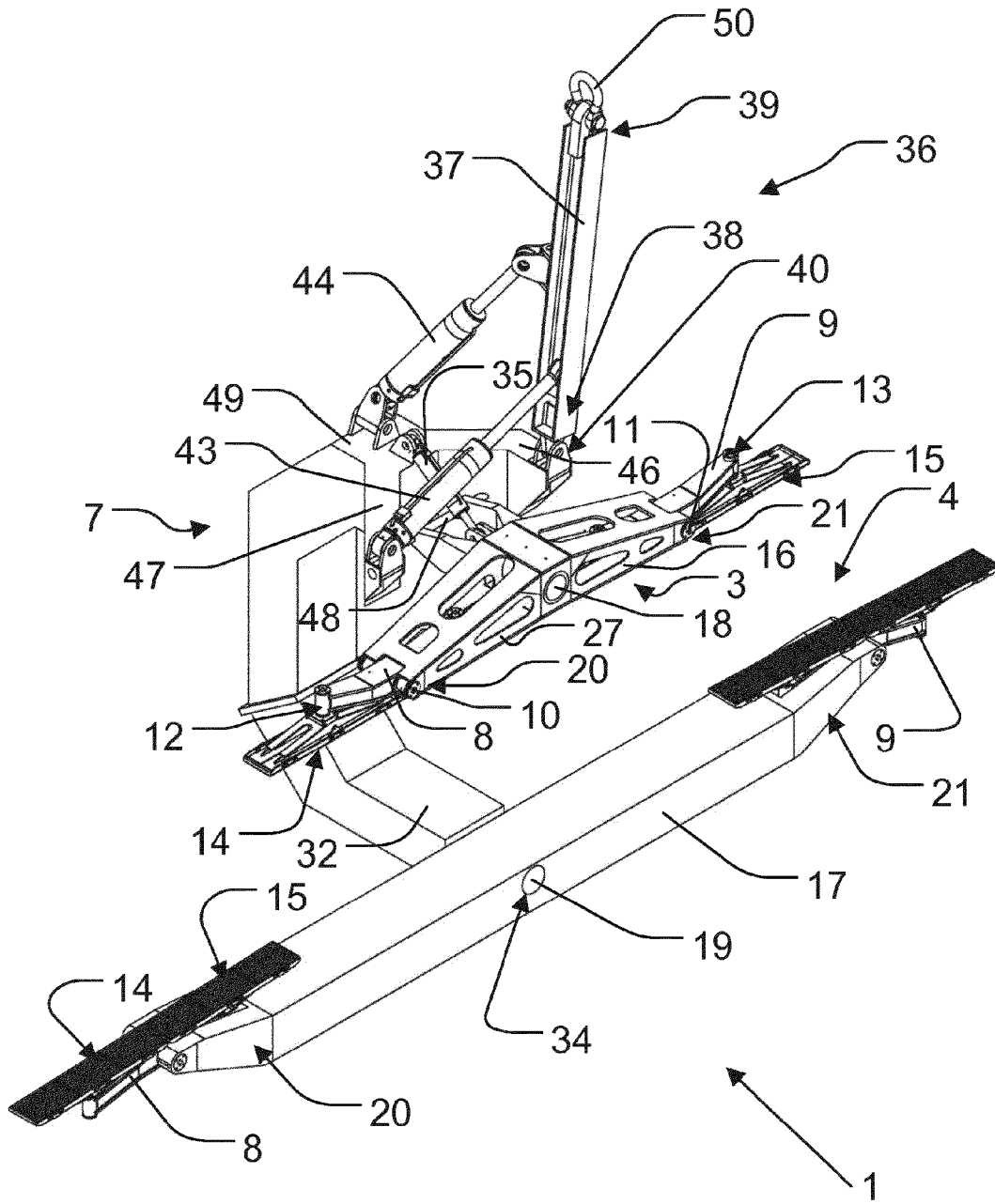


Fig. 2

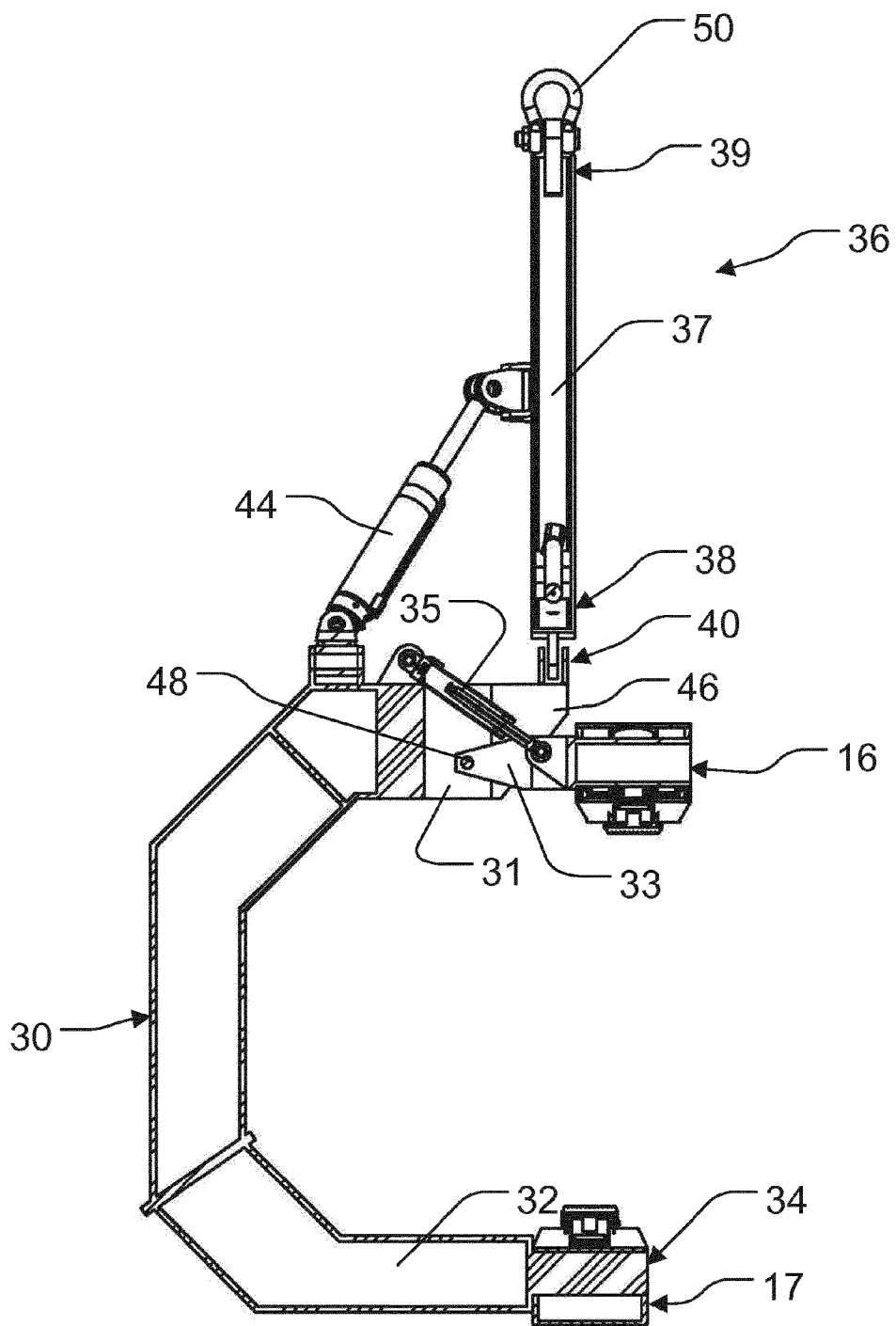


Fig. 3

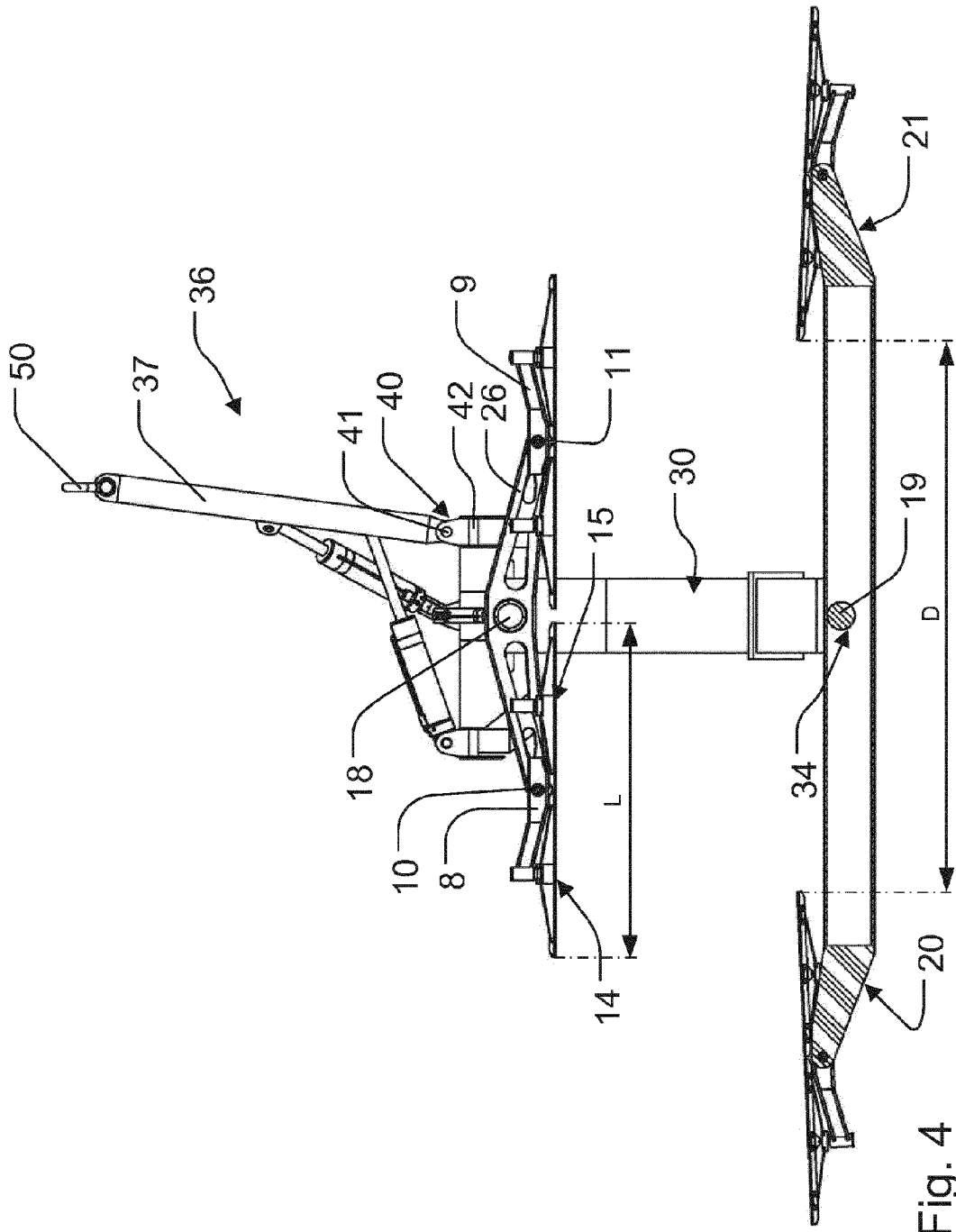
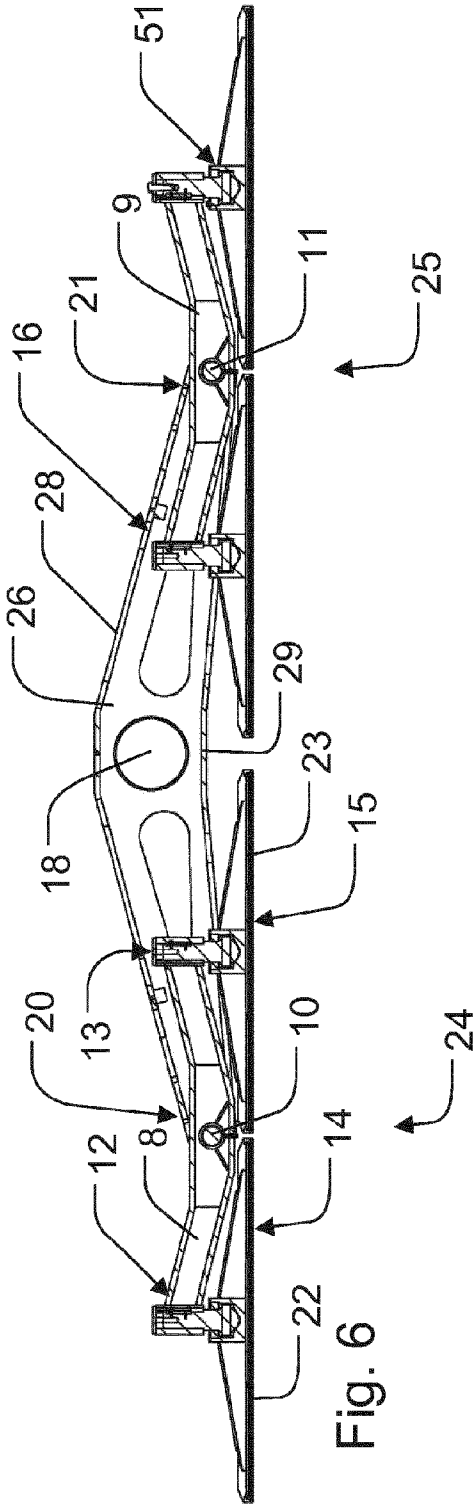
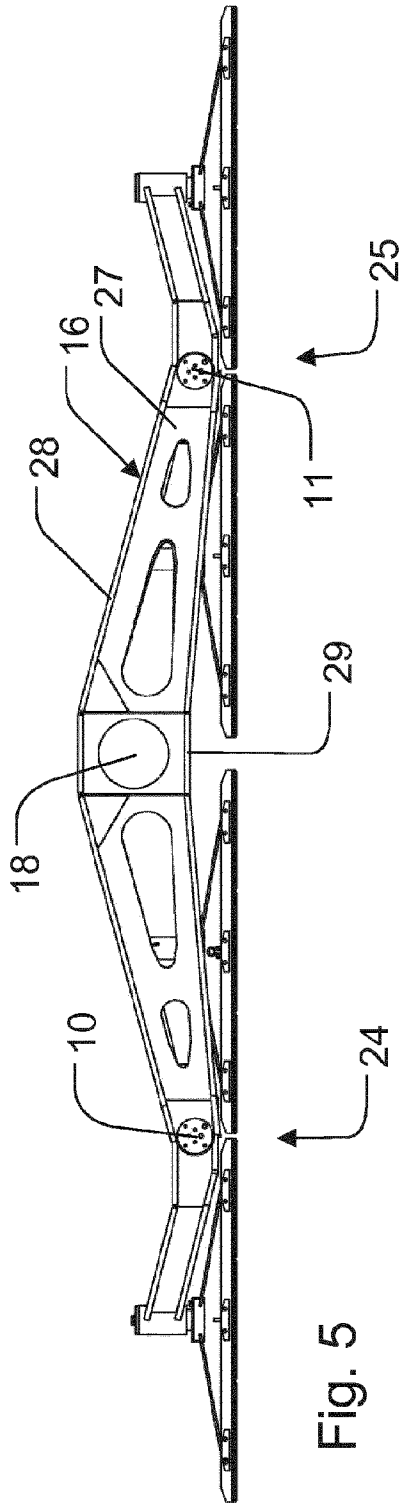


Fig. 4



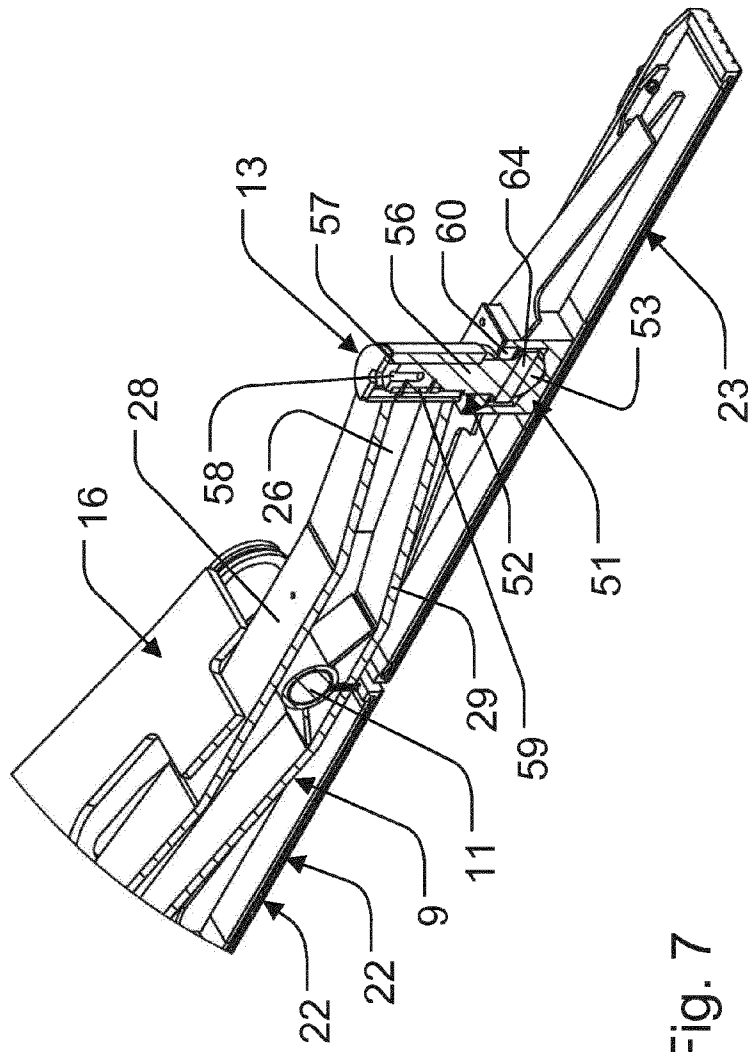


Fig. 7

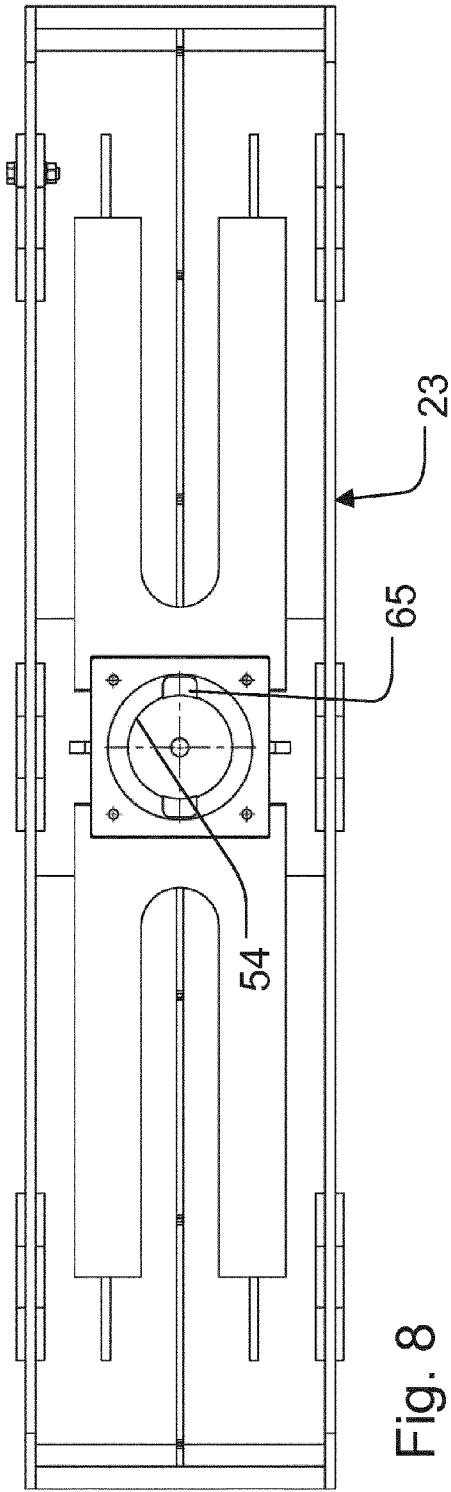


Fig. 8

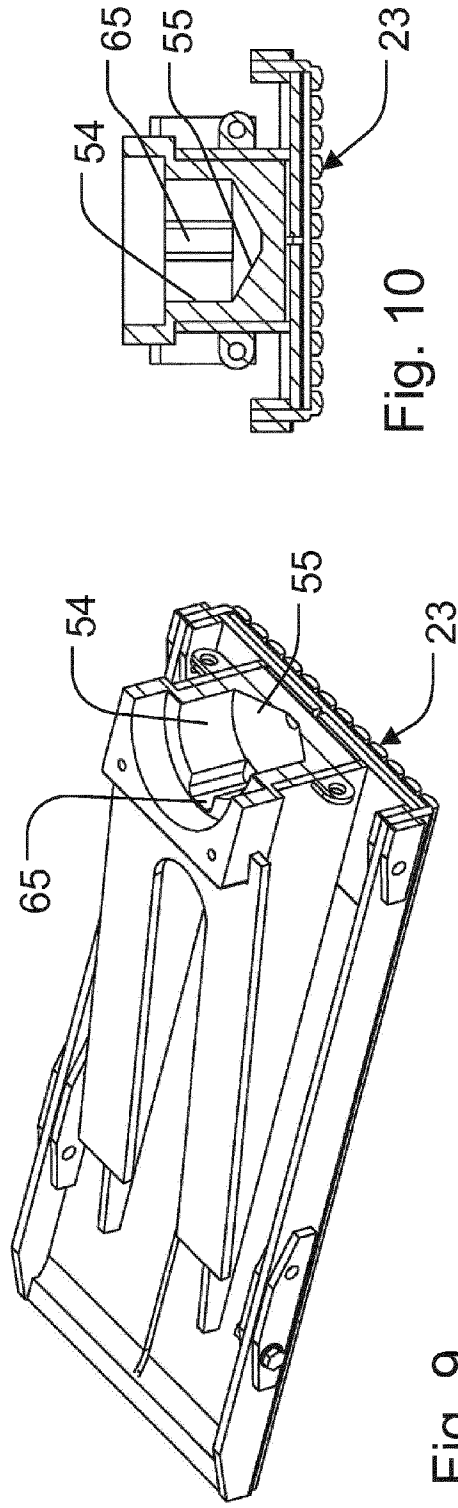


Fig. 10

Fig. 9

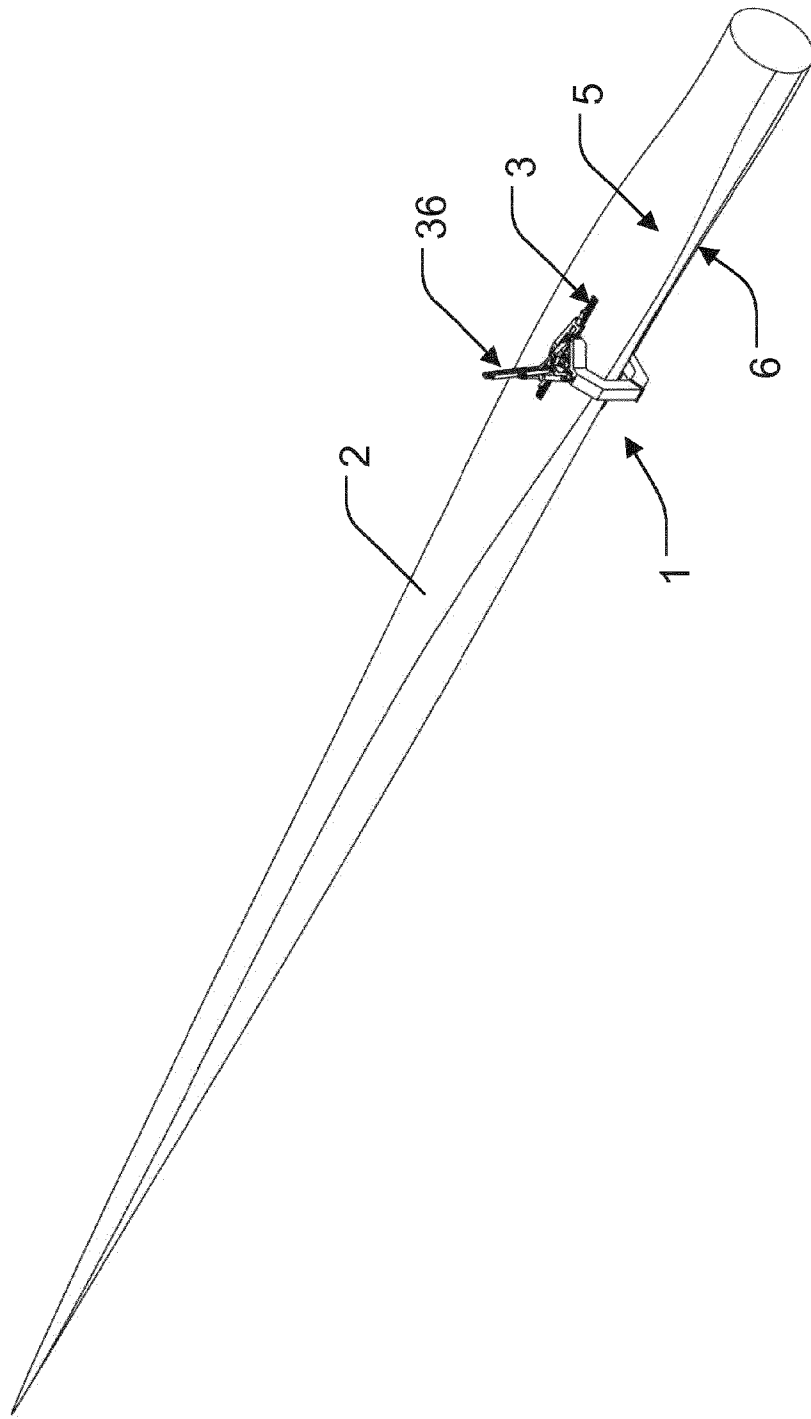


Fig. 11

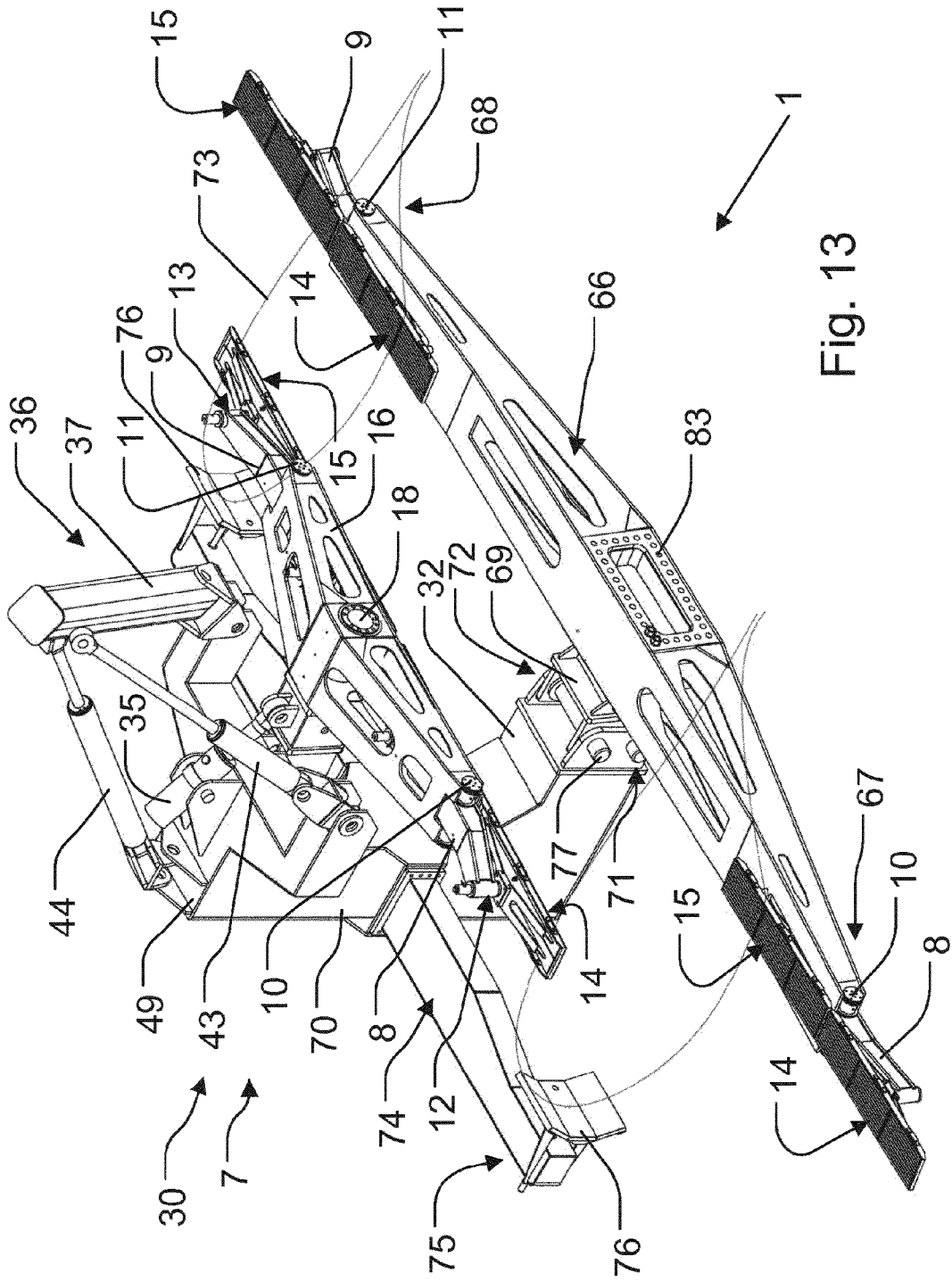


Fig. 13

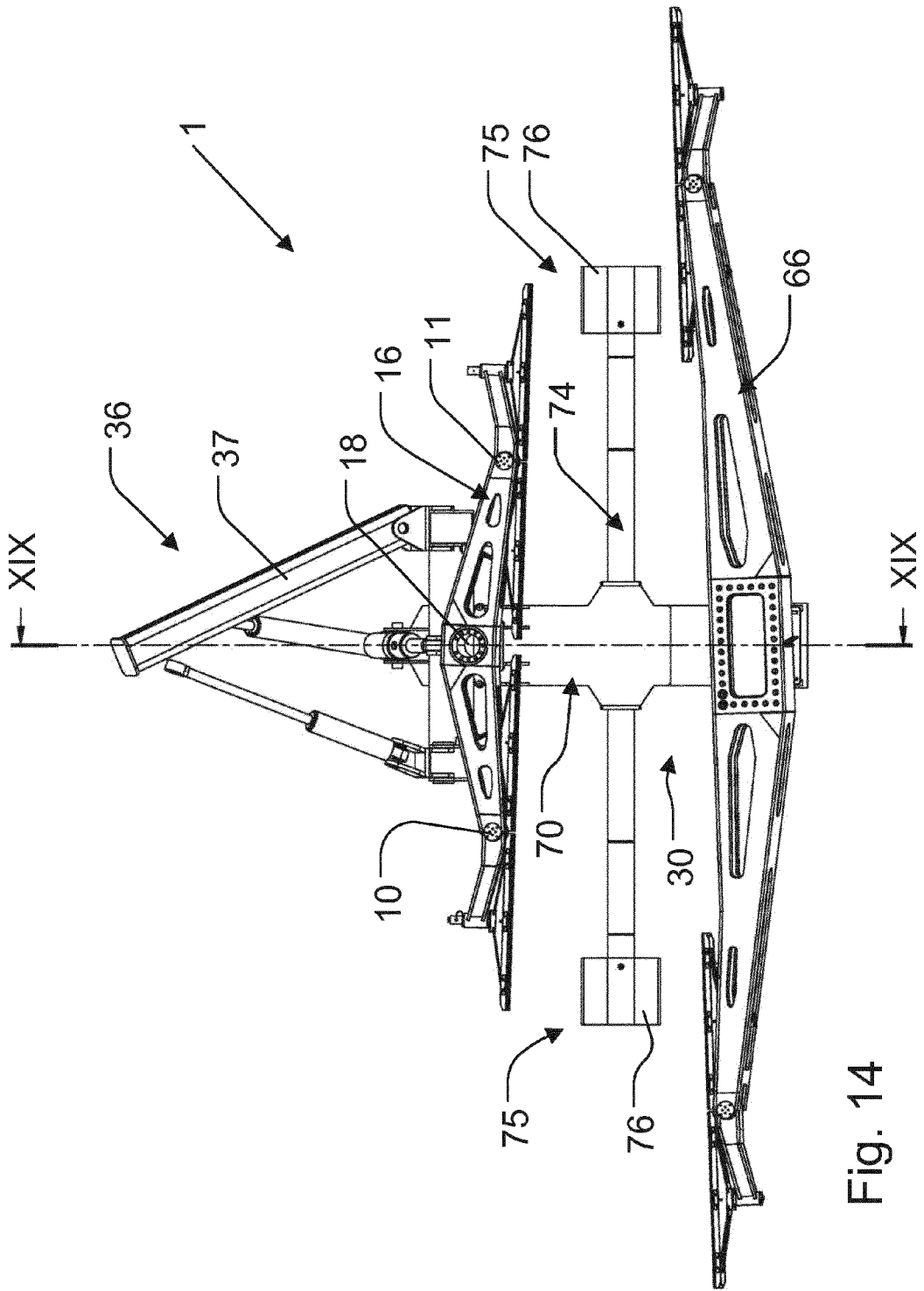


Fig. 14

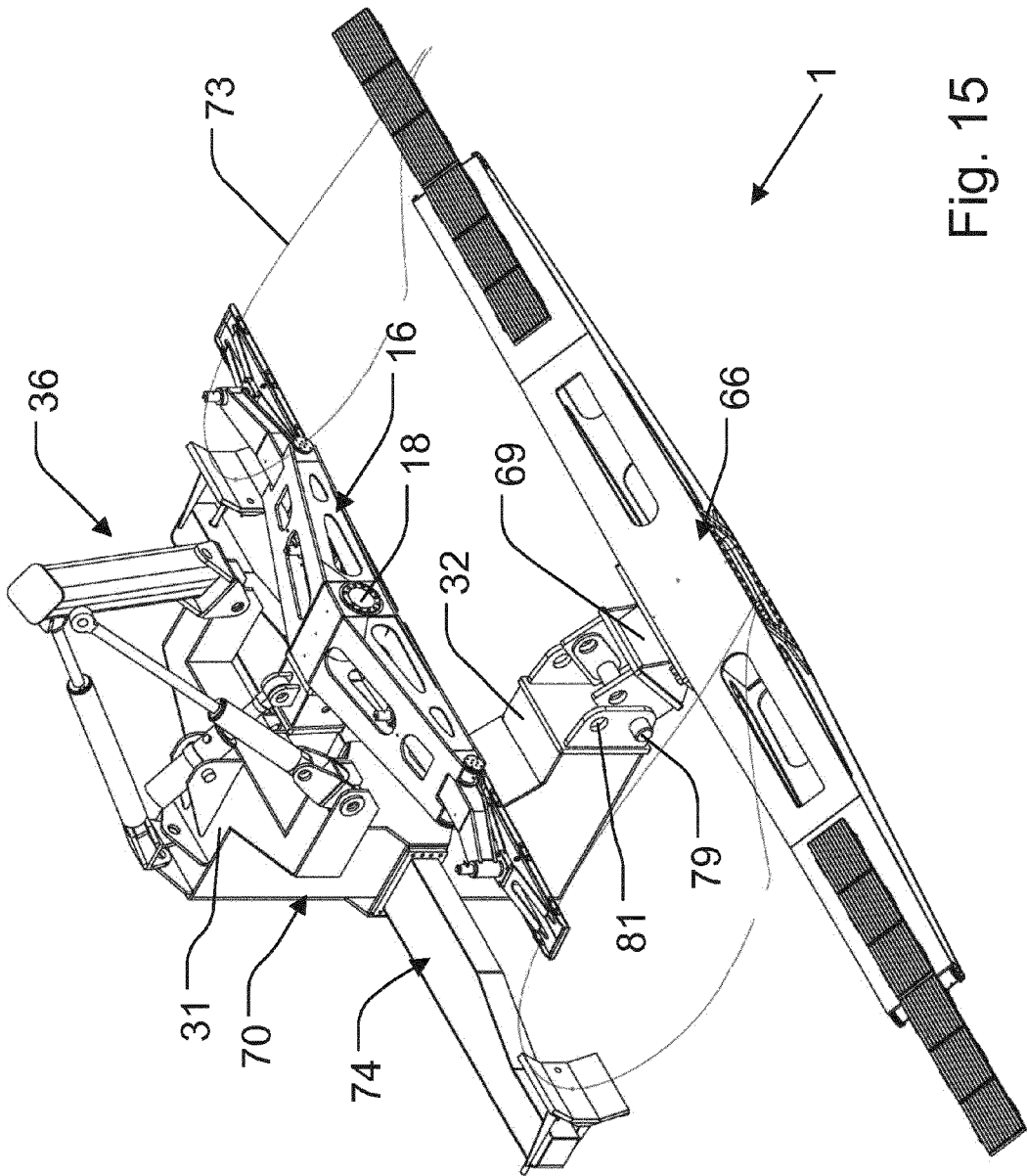


Fig. 15

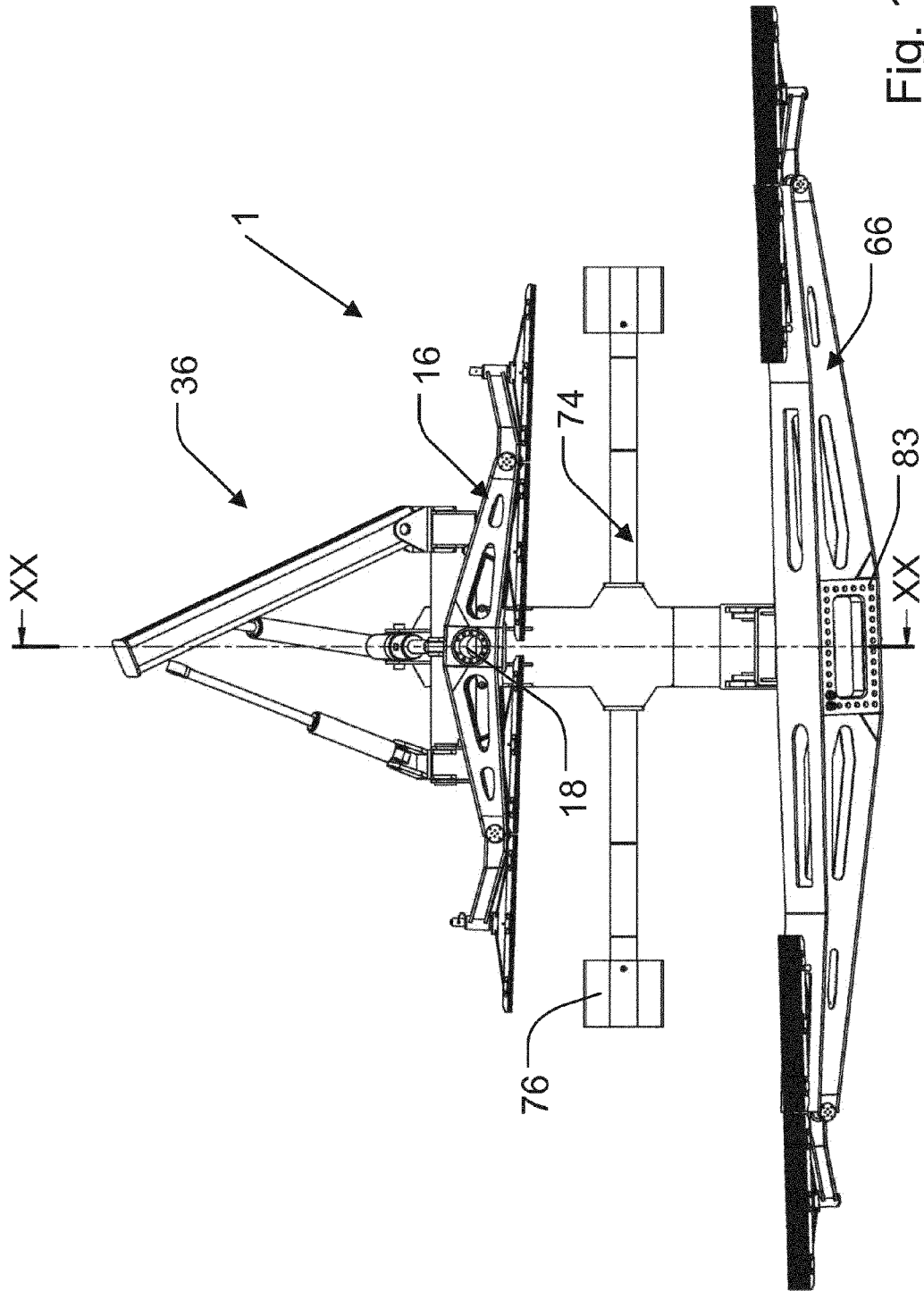
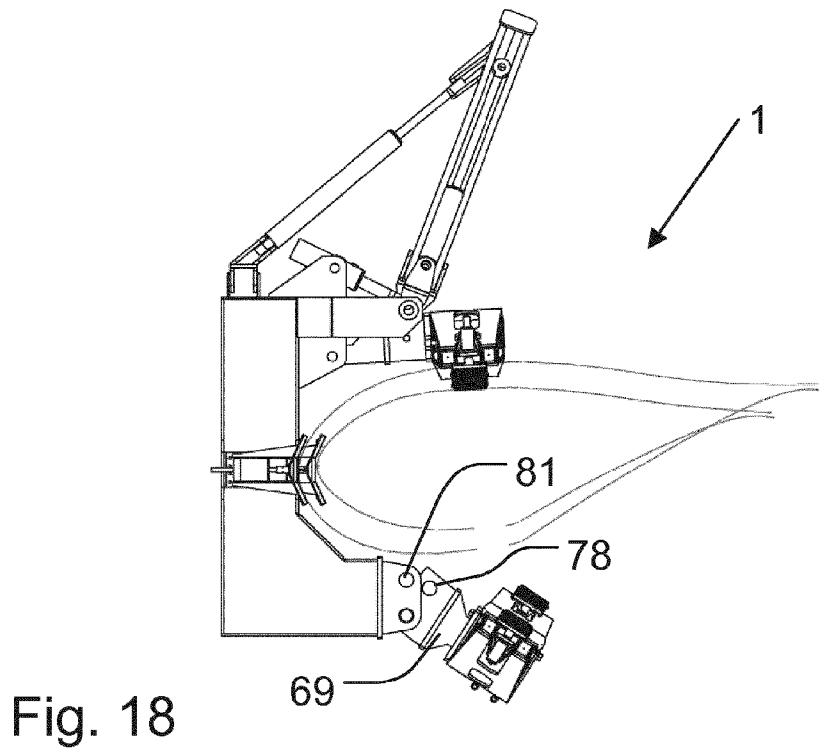
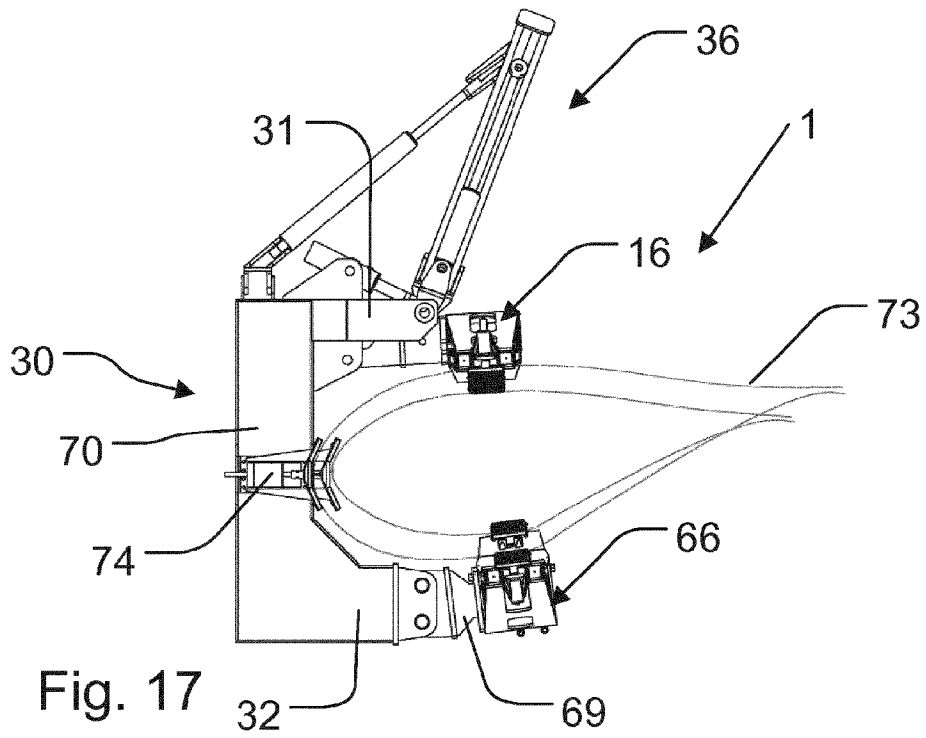
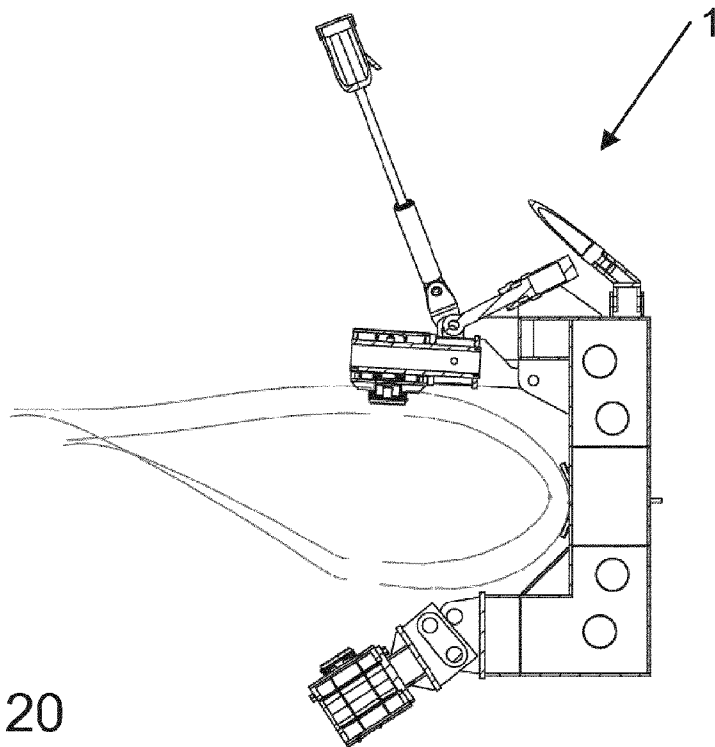
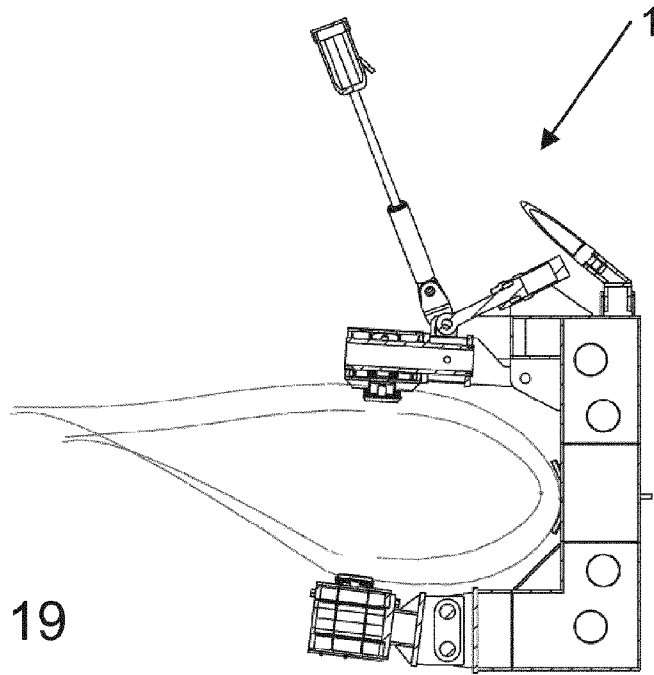


Fig. 16





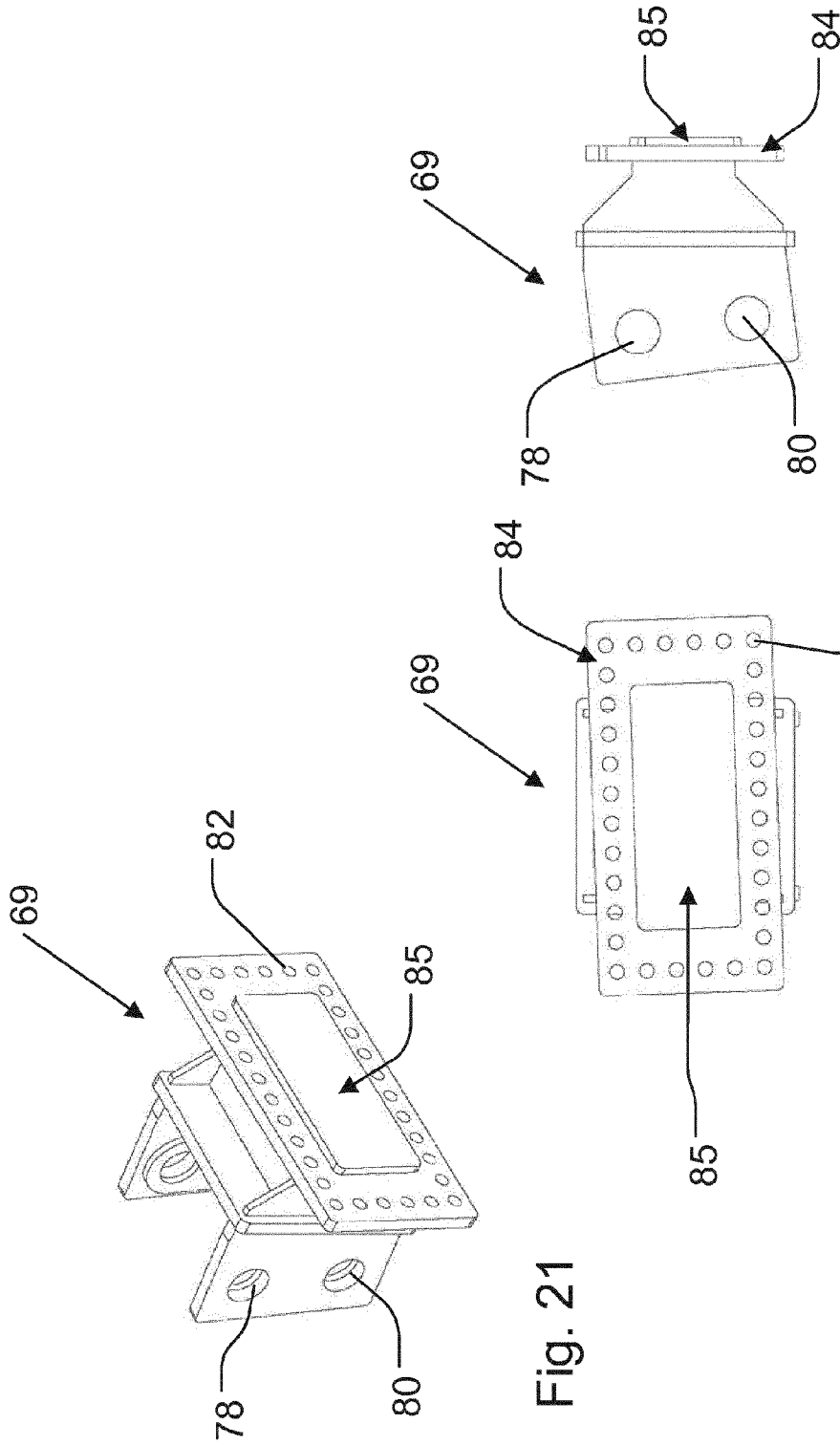


Fig. 21

Fig. 22

Fig. 23