

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 763 409**

51 Int. Cl.:

G21C 17/017 (2006.01)

G21C 19/20 (2006.01)

F16L 55/18 (2006.01)

G01N 29/14 (2006.01)

G01N 29/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.09.2015 PCT/EP2015/069887**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.03.2016 WO16034550**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.09.2015 E 15757250 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2019 EP 3189266**

54 Título: **Conjunto de intervención en la superficie externa de un tubo y procedimiento correspondiente**

30 Prioridad:

03.09.2014 FR 1458232

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

28.05.2020

73 Titular/es:

**FRAMATOME (100.0%)
1 Place Jean Millier, Tour Areva
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**FUTIN, EMMANUEL;
BERNE, OLIVIER y
GRYPCZYNSKI, DANIEL**

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 763 409 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

Conjunto de intervención en la superficie externa de un tubo y procedimiento correspondiente

5 **[0001]** La invención se refiere en general a las intervenciones en las superficies externas de tubos, en particular en unas zonas difícilmente accesibles de un reactor nuclear.

[0002] Más precisamente, la invención se refiere, según un primer aspecto, a un conjunto previsto para realizar unas intervenciones en una superficie externa de un tubo, siendo el conjunto del tipo que comprende:

10

- un portador móvil a lo largo del tubo;
- al menos una herramienta de inspección o de mantenimiento, vinculada al portador;

comprendiendo el portador:

15

- al menos un órgano de rodamiento, colocado en contacto con la superficie externa del tubo;
- un accionador, dispuesto para llevar el órgano de rodamiento en rotación con respecto al tubo, para propulsar el portador a lo largo del tubo por cooperación entre el órgano de rodamiento y la superficie externa del tubo.

20 **[0003]** El documento FR 1448295 describe un conjunto de este tipo. El portador está soportado por un eje montado a lo largo del tubo, de forma que se pueda desplazar del carro y controlar las diferentes partes del tubo. Los documentos US1594518, US2010/275694 y KR20130008839 describen otros conjuntos de la técnica anterior previstos para realizar unas intervenciones en una superficie externa de un tubo.

25 **[0004]** Tal conjunto es complejo de implementar.

[0005] En este contexto, la invención pretende proponer un conjunto que sea más sencillo de usar.

30 **[0006]** Con este fin, la invención se refiere a un conjunto según la reivindicación 1, en el que el portador comprende además un dispositivo de conexión del portador al tubo, dispuesto de modo que el tubo tome al menos el 50 % del peso del portador y la herramienta.

35 **[0007]** Por lo tanto, el portador del conjunto de intervención es soportado por el tubo que se va a inspeccionar, y progresa a lo largo de este tubo por medio de órganos de rodamiento que cooperan con la superficie externa del tubo. Por lo tanto, no es necesario que el conjunto conste de una estructura exterior que permita guiar o soportar al portador.

40 **[0008]** Además, debido a que el portador es soportado por el tubo que se va a inspeccionar, naturalmente sigue el trayecto de este tubo. El guiado del portador a lo largo del tubo se simplifica considerablemente por tanto, especialmente cuando el tubo presenta unas secciones arqueadas.

[0009] El conjunto puede presentar igualmente una o más de las siguientes características consideradas más abajo individualmente o según cualquiera de las combinaciones técnicamente posibles:

- 45 - el portador comprende un chasis al que está unido el o cada órgano de rodamiento, comprendiendo el dispositivo de conexión del portador al tubo al menos un rodillo unido al chasis, dispuesto para pinzar el tubo entre el o cada rodillo y el o cada órgano de rodamiento con una fuerza predeterminada;
- 50 - el o cada órgano de rodamiento tiene un revestimiento antideslizante, siendo dicho revestimiento antideslizante, dicha fuerza predeterminada y un par motor máximo capaz de ser transmitido por el accionador al o a cada órgano de rodamiento seleccionados para que el portador y la herramienta puedan mantenerse inmóviles alrededor de una sección del tubo de orientación vertical;
- 55 - el dispositivo de conexión del portador al tubo consta al menos de una mordaza que lleva al menos el o uno de los rodillos, y una conexión de la mordaza al chasis dispuesta para que la mordaza sea móvil entre una posición abierta en la que el portador es capaz de separarse del tubo, y una posición cerrada en la que el tubo se pinza entre el o cada rodillo y el o cada órgano de rodamiento;
- el portador comprende un codificador adaptado para determinar una posición actual del portador a lo largo del tubo;
- el conjunto comprende una conexión adaptada para unir el portador a la o a cada herramienta, confiriendo dicha conexión al menos un grado de libertad a la o a cada herramienta con respecto al portador;
- 60 - una de las herramientas es una herramienta de cepillado que consta al menos de un cepillo dispuesto para cepillar la superficie externa del tubo;
- la herramienta de cepillado consta de varios cepillos que tienen la forma de un medio anillo, diametralmente opuestos entre sí con respecto al tubo;
- 65 - una de las herramientas es una herramienta de inspección que consta al menos de una cámara, dispuesta para inspeccionar la superficie externa del tubo;

- la herramienta de inspección consta de un dispositivo de marcado de la superficie externa;
- según la invención, una de las herramientas es una herramienta de mecanizado que consta al menos de un dispositivo de mecanizado capaz de mecanizar la superficie externa del tubo, de preferencia dos dispositivos de mecanizado diametralmente opuestos con respecto al tubo;

5 - la herramienta de mecanizado consta de:

- un marco;
- una pluralidad de rodillos de guía conectados al marco, dispuestos para cooperar con el tubo de modo que la herramienta de mecanizado sea soportada por el tubo y pueda desplazarse a lo largo del tubo;
- un carro que lleva el o cada dispositivo de mecanizado;
- una conexión del carro al marco, dispuesta para que el carro sea móvil con respecto al marco en traslación a lo largo del tubo y en rotación alrededor del tubo;

15 - la herramienta de mecanizado consta de unas conexiones de los rodillos al marco, siendo al menos ciertas conexiones capaces de desplazar los rodillos entre unas posiciones respectivas separadas del tubo y unas posiciones respectivas en contacto con la superficie externa del tubo;

- el o cada dispositivo de mecanizado consta de un órgano de mecanizado y una conexión del dispositivo de mecanizado al carro que es capaz de inclinar el órgano de mecanizado con respecto al carro en un plano perpendicular al tubo para ponerlo en contacto con el órgano de mecanizado con la superficie externa del tubo; y

20 - la herramienta de mecanizado consta al menos de una pinza capaz de bloquear de manera reversible la herramienta de mecanizado en su posición en el tubo.

[0010] Según un segundo aspecto, definido en la reivindicación 14, la invención se refiere a un procedimiento de intervención sobre una superficie externa de un tubo con la ayuda de un conjunto que tiene las características anteriores, comprendiendo el procedimiento al menos las etapas siguientes:

- colocación en el tubo del portador y de la herramienta conectada al portador;
- desplazamiento del portador y la herramienta a lo largo del tubo;
- realización de al menos una operación de inspección o mantenimiento en la superficie externa del tubo con la herramienta.

30

[0011] El procedimiento puede comprender además una o más de las etapas siguientes:

- cepillado de la superficie externa del tubo con la ayuda de una herramienta de cepillado vinculada al portador;
- inspección de la superficie externa del tubo con la ayuda de una herramienta de inspección vinculada al portador;
- marcado de la superficie externa del tubo con la ayuda de una herramienta de inspección vinculada al portador;
- mecanizado de la superficie externa del tubo con la ayuda de una herramienta de mecanizado vinculada al portador.

35

40 **[0012]** Otras características y ventajas de la invención se desprenderán de la descripción detallada que aparece a continuación, a título indicativo y en absoluto limitativo, en referencia a las figuras anexas, entre las que:

- la figura 1 es una representación esquemática simplificada de una cuba de reactor nuclear de tipo PWR y de tubos de guía de sondas del sistema RIC, siendo representado el conjunto de intervención de la invención montado en uno de los tubos;
- la figura 2 es una vista en perspectiva, ampliada del portador del conjunto de la invención colocado en uno de los tubos de guía;
- la figura 3 es una vista en perspectiva, en despiece, del portador del conjunto de intervención de las figuras 1 y 2;
- la figura 4 es una vista en perspectiva del portador en el estado ensamblado,
- la figura 5 es una vista en perspectiva de una herramienta de cepillado;
- la figura 6 es una vista en despiece, en perspectiva de la herramienta de cepillado de la figura 5;
- la figura 7 es una vista en perspectiva de una herramienta de inspección montada en el portador de las figuras 3 y 4;
- la figura 8 es una vista en perspectiva de una herramienta de mecanizado; y
- la figura 9 es una vista en perspectiva de la herramienta de mecanizado de la figura 8, cortada en un plano longitudinal medio.

45

50

55

[0013] El conjunto representado en las figuras está previsto para realizar unas intervenciones en las superficies externas de los tubos, en unas zonas difícilmente accesibles donde prácticamente no se pueden realizar intervenciones manuales. Normalmente, el conjunto está previsto para realizar unas intervenciones de inspección y/o mantenimiento en unos tubos de reactor nuclear situados en un entorno hostil, donde la tasa de dosis es muy alta. Estas intervenciones apuntan en particular a restaurar los tubos 1 cuyas superficies externas 2 están dañadas.

60

65 **[0014]** Por ejemplo, los tubos son los tubos de guía de las sondas del sistema RIC (Reactor Instrumentación

interna del Núcleo).

5 **[0015]** Como se ilustra en la figura 1, los tubos de guía 1 del sistema RIC atraviesan el fondo 3 de la cuba 5 del reactor. Permiten la introducción en el interior de la cuba 5 de sondas, en particular de sondas para medir el flujo de neutrones. Los tubos 1 constan cada uno de una parte casi vertical 7 y al menos una parte casi horizontal 9, conectadas entre sí por una sección de codo 11.

10 **[0016]** Las partes de los tubos 1 situadas inmediatamente debajo del fondo 3 se sitúan en un entorno donde la tasa de dosis es muy elevada, lo que dificulta las intervenciones manuales.

[0017] El conjunto de intervención de la invención permite realizar unas operaciones de inspección y/o de mantenimiento en la superficie externa 2 de los tubos de guía 1, por ejemplo cuando estas superficies están corroídas o dañadas por cualquier otra razón.

15 **[0018]** Sin embargo, el conjunto de intervención 1 puede utilizarse para el mantenimiento de cualquier tipo de tubo, en el interior de un reactor nuclear, o en otro tipo de instalación nuclear, o incluso en una instalación no nuclear. Permite realizar unas intervenciones en un modo de trabajo esencialmente automatizado, con unas intervenciones humanas muy limitadas.

20 **[0019]** En la siguiente descripción, se entiende por dirección longitudinal la dirección del eje central del tubo.

[0020] El conjunto de intervención consta de un portador 13 móvil a lo largo del tubo, representado en las figuras 3 y 4, y al menos una herramienta de inspección o mantenimiento de la superficie externa del tubo, vinculada al portador 13.

25 **[0021]** Por lo general, el conjunto consta de varias herramientas, que permiten realizar diferentes tipos de operaciones en la superficie externa del tubo: cepillado, inspección por vídeo, marcado de las zonas que se van a tratar, derrubio, es decir, mecanizado, de las zonas dañadas de la superficie externa del tubo.

30 **[0022]** Estas herramientas diferentes están representadas en las figuras 5 a 9. Se pueden montar en el mismo portador, una tras otra.

[0023] Como se puede ver en las figuras 3 y 4, el portador 13 comprende:

- 35 - un chasis (15);
 - al menos un órgano de rodamiento 17 conectado al chasis 15, colocado en contacto con la superficie externa 2 del tubo 1;
 - un accionador 19, dispuesto para llevar el órgano de rodamiento 17 en rotación con respecto al tubo, para propulsar el portador a lo largo del tubo por cooperación entre el órgano de rodamiento 17 y la superficie externa
 40 2 del tubo 1;
 - un dispositivo 21 de conexión del portador 13 al tubo 1.

[0024] Típicamente, el portador 13 consta de dos órganos de rodamiento 17. Estos órganos de rodamiento son, por ejemplo, unos rodillos. Son rotativos alrededor de los ejes respectivos transversales, perpendiculares al eje
 45 central longitudinal del tubo 1.

[0025] El chasis 15, como se ve en la figura 3, consta de dos partes ensambladas de manera que se pueden desmontar una de la otra, un marco 23 y un fondo 25. El marco 23 delimita interiormente un volumen hueco 27, en el que se alojan los órganos de rodamiento 17.

50 **[0026]** El fondo 25 lleva los órganos de rodamiento 17 y el accionador 19.

[0027] El marco 23 está delimitado por la primera y segunda caras grandes 29 y 31 opuestas entre sí. El volumen 27 atraviesa completamente el marco 23, y desemboca al nivel de las dos caras grandes 29 y 31. El fondo
 55 25 está unido a la segunda cara grande 31 y obtura el volumen 27 al nivel de esta segunda cara grande 31.

[0028] El accionador 19 consta de un motor 33, cuyo árbol de salida lleva en rotación un piñón 35. El accionador 19 consta incluso de una rueda dentada 37 que engrana el piñón 35, rígidamente fijado a un tornillo 39. El tornillo 39 está unido al chasis 15. Más precisamente, está unido al fondo 25. El tornillo 39 lleva en rotación el o los órganos de
 60 rodamiento 17.

[0029] El dispositivo 21 de conexión del portador 13 al tubo está dispuesto para que el tubo 1 tome al menos el 50 % del peso del portador y de la herramienta unida al portador, cuando estos están montados en el tubo. Típicamente, el tubo 1 ocupa el 100 % del peso del portador y la herramienta.

65

[0030] El dispositivo de conexión 21 consta al menos de un rodillo 41 unido al chasis 15, dispuesto para pinzar el tubo entre el o cada rodillo 41 y el o cada órgano de rodamiento 17, con una fuerza predeterminada.

[0031] En el ejemplo representado, el dispositivo de conexión 21 consta de cuatro rodillos 41. Como variante, el dispositivo de conexión 21 puede constar de menos de cuatro rodillos, por ejemplo un rodillo, dos rodillos o tres rodillos, o más de cuatro rodillos.

[0032] Como se puede ver en la figura 3, el dispositivo de conexión 21 consta de una o más mordazas 43, cada una de las cuales lleva al menos un rodillo 41.

10

[0033] En el ejemplo representado, el dispositivo de conexión 21 consta de dos mordazas móviles 43, que llevan cada una dos rodillos 41.

[0034] El dispositivo 21 de conexión del portador o tubo consta incluso de una conexión 45 de cada mordaza 43 al chasis 15, dispuesta de modo que la mordaza 43 sea móvil entre una posición abierta en la que el portador es capaz de separarse del tubo, y una posición cerrada en la cual el tubo es pinzado entre el o cada rodillo 41 llevado por la mordaza y el o los órganos de rodamiento 17 (figura 2).

[0035] La conexión 45 consta, para cada mordaza 43, de un eje 47. La mordaza 43 está unida así de manera pivotante al marco 15 alrededor del eje 47. El eje es de orientación longitudinal.

[0036] Como se puede ver en la figura 3, la mordaza 43 consta de varias capas 49, perforadas con orificios 51 a través de los cuales se acopla el eje 47. El eje 47 está fijado al marco 23 por unos macizos 53 perforados por pasajes longitudinales en los que se acopla el eje 47. Los macizos 53 forman parte del marco 23 (figura 4).

25

[0037] En el ejemplo representado, las mordazas 43 están montadas en la primera cara grande 29 del marco, y están dispuestas transversalmente a cada lado del volumen 27.

[0038] La conexión 45 consta incluso de dos tornillos transversales 55, y en cada tornillo 55, dos bloques 57 desplazables a lo largo del tornillo correspondiente.

30

[0039] Cada bloque 57 presenta un paso interno roscado, en el que se acopla el barril roscado del tornillo 55.

[0040] Como se puede ver en la figura 3, cada bloque 57 consta de dos extremos de eje 58 alineados longitudinalmente entre sí y que sobresalen a ambos lados del bloque 57. Cada mordaza 43 consta de dos capas 59, que tienen unos orificios 61. Cada capa 59 se coloca a caballo alrededor de un bloque 57, estando los extremos del eje 58 acoplados libres en rotación en los orificios 61.

[0041] Además, un resorte de compresión no representado se interpone entre cada bloque 57 y un refuerzo proporcionado en el tornillo correspondiente. El resorte solicita el bloque 57 hacia el extremo del tornillo, es decir en el sentido de un alejamiento con respecto al otro bloque 57 montado en el mismo tornillo.

40

[0042] Los tornillos 55 y los bloques 57 están interpuestos entre la primera cara grande 29 y las mordazas 43.

[0043] La conexión 45 está dispuesta de tal manera que cuando los tornillos 55 se llevan en rotación en un primer sentido, los bloques 57 se desplazan transversalmente uno hacia el otro, lo que provoca el desplazamiento de las mordazas 43 hacia sus respectivas posiciones abiertas. A la inversa, cuando los tornillos 55 se llevan en rotación en sentido opuesto, los bloques 57 se desplazan a lo largo de los tornillos 55 en el sentido de una distancia creciente de los dos bloques, lo que hace que las mordazas 43 se coloquen en sus respectivas posiciones cerradas.

50

[0044] El o los órganos de rodamiento 17 están revestidos con un revestimiento antideslizante. Esto permite aumentar la adherencia del órgano de rodamiento y el tubo.

[0045] Según un aspecto ventajoso de la invención, el revestimiento antideslizante, la fuerza predeterminada con la cual el tubo 1 es pinzado entre el o los rodillos 41 y el o cada órgano de rodamiento 17, y el par motor máximo capaz de ser transmitido por el accionador 19 a los órganos de rodamiento 17, se eligen para que el portador y la herramienta puedan mantenerse inmóviles alrededor de una sección de tubo de orientación vertical, tal como la sección del tubo 7 representada en la figura 1.

55

[0046] Esto permite intervenir en cualquier punto del tubo, en unas secciones horizontales, verticales o que tengan cualquier orientación.

60

[0047] Como se puede ver en particular en la figura 2, el portador está diseñado para estar montado alrededor del tubo de modo que los órganos de rodamiento 17 se coloquen verticalmente debajo del tubo, y los rodillos 41 por encima del tubo, en el caso de que el tubo 1 esté casi horizontal.

65

[0048] Así, los órganos de rodamiento 17 y los rodillos 41 están dispuestos diametralmente opuestos entre sí con respecto al tubo 1.

5 **[0049]** Como se puede ver en la figura 3, el portador consta incluso de un detector de fin de recorrido 63, montado en un extremo longitudinal del chasis 15.

[0050] Este detector 63 permite detener automáticamente el desplazamiento del portador cuando este último se apoya en un extremo del tubo.

10

[0051] El portador consta incluso de un codificador 65 (figura 3), adaptado para determinar la posición actual del portador a lo largo del tubo. Así, la posición del portador a lo largo del tubo, en particular con respecto a un tope fijo situado en un extremo del tubo, se conoce perfectamente durante todo su desplazamiento en el tubo gracias a la información dada por el codificador a bordo del portador. Esto permite así volver, si es necesario, varias veces seguidas a una posición dada en el tubo, para efectuar las diferentes operaciones necesarias para la restauración de la superficie externa del tubo.

15

[0052] El conjunto de la invención consta de una conexión 67 prevista para conectar el portador 13 a cada una de las herramientas. Así, la misma conexión 67 permite vincular cada una de las herramientas al portador.

20

[0053] Como se ve en la figura 4, la conexión 67 consta de una pletina 69 rígidamente fijada al portador 13, al menos un alojamiento 71 unido a la herramienta (véase, por ejemplo, la figura 6), al menos un eje 72 conectado a la pletina 69 y acoplado en el o un alojamiento 71, y al menos un manguito elástico 73, interpuesto entre el eje 72 y el alojamiento 71.

25

[0054] La pletina 69 está rígidamente fijada al chasis 15 del portador, de preferencia en un extremo longitudinal del mismo opuesto al detector de fin de recorrido 63.

30

[0055] En el ejemplo representado, la conexión comprende dos alojamientos 71. Se proporcionan en unos bloques 74, fijados a la herramienta.

[0056] El o los ejes 72 son de orientación transversal, como el o los alojamientos 71. Se fijan rígidamente a la pletina por unos tirantes 75.

35

[0057] El o los manguitos elásticos 73 están ensartados alrededor del o de los ejes 72. Están hechos de poliuretano, caucho o cualquier otro material adaptado.

[0058] Cada manguito 73 está adherido por una cara radialmente interna al eje 72, y por una cara radialmente externa a la pared periférica del alojamiento 71.

40

[0059] La conexión 67 entre el portador y la herramienta presenta, debido a la presencia del o de los manguitos, una flexibilidad suficiente para permitir que la herramienta adopte un ángulo con respecto al portador. Esto permite que el conjunto portador/herramienta siga las secciones en curva del tubo 1.

45

[0060] Una herramienta de cepillado 81 se representa en las figuras 5 y 6. La herramienta de cepillado 81 consta al menos de un cepillo 83 dispuesto para cepillar la superficie externa 2 del tubo.

[0061] En el ejemplo representado, la herramienta de cepillado 81 lleva varios cepillos 83, que tienen una forma de semianillos, diametralmente opuestos entre sí con respecto al tubo 1.

50

[0062] Más precisamente, la herramienta de cepillado 81 consta de un marco central 85, dos marcos laterales 87 que llevan los cepillos 83, y una conexión 89 de los marcos laterales 87 al marco central 85.

[0063] El marco central 85 consta de dos pletinas de extremos 93 situadas en los dos extremos longitudinales de la herramienta, conectadas entre sí por un perfilado longitudinal 95.

55

[0064] Cada marco lateral 87 consta de un esqueleto 96, sobre el cual están montados los cepillos 83.

60

[0065] Los cepillos 83 están dispuestos uno al lado del otro, regularmente separados longitudinalmente. Los cepillos 83 unidos al mismo marco lateral se colocan en unos planos respectivos perpendiculares a la dirección longitudinal, paralelos entre sí. Cada cepillo 83 está delimitado hacia el tubo por un borde en semicírculo 97, correspondiente al extremo de las cerdas del cepillo, previsto para apoyarse contra el tubo.

65

[0066] La conexión de los marcos laterales 87 al marco central 85 es una conexión pivote alrededor de un eje longitudinal 99 mostrado por una línea discontinua en la figura 6.

- 5 **[0067]** Los marcos laterales 87 son así móviles con respecto al marco central 85 entre unas posiciones de uso respectivas, ilustradas en la figura 5 y unas posiciones inclinadas a distancia del tubo. En la posición de uso, los cepillos 83 están en contacto por sus bordes internos 87 con la superficie externa del tubo, con una presión predeterminada.
- 10 **[0068]** En uso, la herramienta está dispuesta de manera que el marco central esté colocado debajo del tubo, y los dos marcos laterales 87 a cada lado del tubo, de modo que los cepillos 83 unidos a los dos marcos laterales puedan cepillar la totalidad de la circunferencia del tubo.
- [0069]** Por lo tanto, es posible cepillar toda la superficie exterior del tubo, bajo el efecto del desplazamiento en traslación de la herramienta a lo largo del tubo.
- 15 **[0070]** En sus posiciones inclinadas, los dos marcos laterales 87 están separados entre sí, y están separados del tubo. El borde interno 97 de los cepillos ya no está en contacto con el tubo.
- 20 **[0071]** Debe observarse que los cepillos 83 situados en los extremos longitudinales de la herramienta son más flexibles que los cepillos 83 situados en el centro de la herramienta. Esto permite un cepillado más eficaz de la superficie externa del tubo y un mejor acabado de la superficie.
- [0072]** La herramienta de cepillado 81 comprende incluso un mecanismo 91 de bloqueo de los marcos laterales 87 en la posición de uso con respecto al marco central 85.
- 25 **[0073]** El mecanismo de bloqueo 91 consta de un tornillo 101 de orientación transversal, y dos tuercas 103 unidas cada una a un marco lateral 87. Unos orificios roscados respectivos de las dos tuercas 103 están casi alineados transversalmente.
- 30 **[0074]** El marco fijo 85 lleva además un orificio oblongo 105 de orientación vertical, en el que se acopla una parte central del tornillo 101. El tornillo 101 presenta unos extremos transversales opuestos roscados, que cooperan con las tuercas 103.
- 35 **[0075]** Las tuercas 103 están montadas de manera flotante en unas jaulas 107 proporcionadas en unos bloques 109 unidos a los marcos laterales 87. Cuando se lleva el tornillo 101 en rotación en un primer sentido, las tuercas 103 tienden a moverse transversalmente entre sí. Los marcos laterales 87 son así conducidos hacia sus posiciones inclinadas. Este movimiento va acompañado de un desplazamiento del tornillo 101, en un plano vertical, hacia abajo en el interior del agujero oblongo 105. Por el contrario, cuando el tornillo 101 es llevado en rotación en sentido inverso, las tuercas 103 tienden a acercarse entre sí, lo que hace que los marcos laterales se coloquen en sus posiciones de uso.
- 40 **[0076]** Como se puede ver en particular en la figura 5, la herramienta de cepillado consta de dos mecanismos de bloqueo 91, dispuestos en sus dos extremos longitudinales.
- [0077]** Una herramienta de inspección y marcado 111 se ilustra en la figura 7.
- 45 **[0078]** Esta herramienta consta al menos de una cámara 113, dispuesta para inspeccionar la superficie externa 2 del tubo 1. De preferencia, consta además de un dispositivo 115 de marcado de la superficie externa.
- 50 **[0079]** Más precisamente, la herramienta 111 consta de una estructura de soporte 117 que tiene la forma general de un anillo interrumpido. El anillo se extiende aproximadamente en 300°. Consta de una interrupción 119, que permite acoplar la herramienta 111 alrededor del tubo, de manera que el tubo quede encajado casi en el eje del anillo. La herramienta 111 consta típicamente de varias cámaras 113, dispuestas circunferencialmente alrededor de la estructura 117, para permitir la observación de la superficie externa 2 sobre toda la periferia del tubo. En el ejemplo representado, la herramienta 111 consta de cuatro cámaras 113, dispuestas a 90° una de otra.
- 55 **[0080]** De preferencia, la herramienta 111 consta de unos medios de iluminación 121, por ejemplo una cinta que lleva una pluralidad de diodos, montados en una cara radialmente interna de la estructura de soporte 117. Los diodos se distribuyen circunferencialmente alrededor de la estructura 117, para poder iluminar el tubo en toda su circunferencia.
- 60 **[0081]** El dispositivo de marcado 115 está montado en la estructura de soporte 117, típicamente en la cara radialmente interna de la estructura 117. Está previsto para marcar la superficie externa del tubo con un punto de color, cuando un control de vídeo a través de las cámaras ha permitido resaltar una zona que necesita una intervención. El dispositivo 115 es del tipo que realiza un marcado por proyección de un depósito de pintura, o del tipo que realiza el marcado por contacto de una boquilla de fieltro, o de cualquier otro tipo.
- 65

[0082] Tal marcado permite a los operarios identificar fácil y rápidamente las zonas que se van a tratar.

[0083] Como variante, la herramienta de inspección 111 consta de una corona fija unida al usuario y una corona móvil que lleva las cámaras. La corona móvil se puede desplazar circunferencialmente alrededor del tubo con respecto a la corona fija, a fin de mejorar si es necesario la interpretación visual de la superficie del tubo.

[0084] Según otra variante no representada, la herramienta de inspección consta de dos mordazas que llevan cada una unos rodillos, unidas a la estructura de soporte por unas articulaciones respectivas. Cada mordaza es móvil con respecto a la estructura 117 entre una posición separada del tubo y una posición acercada en la que los rodillos están en contacto con el tubo. En la posición acercada, los rodillos aseguran el guiado y el equilibrado de la herramienta de inspección 111 en el tubo durante su desplazamiento a lo largo del tubo.

[0085] El conjunto de la invención consta incluso de una herramienta de mecanizado 123 representada en las figuras 8 y 9.

[0086] La herramienta 123 consta al menos de un dispositivo de mecanizado 125, capaz de mecanizar la superficie externa 2 del tubo 1, y consta de preferencia de dos dispositivos de mecanizado 125 diametralmente opuestos entre sí con respecto al tubo 1.

[0087] Más precisamente, la herramienta de mecanizado 123 consta de:

- un marco 127;
- una pluralidad de rodillos de guía 129 unidos al marco 127, dispuestos para cooperar con el tubo 1 de modo que la herramienta de mecanizado 123 esté soportada por el tubo y sea capaz de desplazarse a lo largo del tubo;
- un carro 131 que lleva el o los dispositivos de mecanizado 125;
- una conexión 133 del carro 131 al marco 127, dispuesta para que el carro sea móvil con respecto al marco 127 en traslación longitudinalmente a lo largo del tubo y en rotación circunferencialmente alrededor del tubo.

[0088] Como se puede ver en la figura 9, la herramienta de mecanizado 123 consta de dos conjuntos de rodillos 129, que permiten el soporte de la herramienta 123 en el tubo, en los dos extremos longitudinales opuestos de la herramienta. Cada conjunto de rodillos consta de varios rodillos 129, distribuidos circunferencialmente alrededor del tubo.

[0089] En el ejemplo representado, la herramienta de mecanizado 123 consta de dos conjuntos de tres rodillos 129.

[0090] La herramienta de mecanizado consta incluso, para cada rodillo, de una conexión 135 del rodillo 129 al marco 127, siendo al menos ciertas conexiones 135 capaces de desplazar los rodillos entre unas posiciones respectivas separadas del tubo y unas posiciones respectivas en contacto con la superficie externa del tubo.

[0091] Como se puede ver en la figura 9, cada conexión 135 consta de un brazo 137 en el que está montado el rodillo 129.

[0092] En ciertas conexiones 135, el brazo 137 está rígidamente fijado al marco 127.

[0093] En otras conexiones 135, el brazo 137 está montado de manera pivotante en el marco 127. En este caso, la conexión 135 consta de un cilindro de doble efecto, que permite desplazar el brazo 137 y el rodillo 129 en rotación alrededor del eje del pivote. Uno de los cilindros 139 es visible en la figura 8.

[0094] En el ejemplo representado en la figura 9, los rodillos 129 situados en la parte inferior de la herramienta de mecanizado son fijos. Los dos rodillos 129 situados en cada extremo longitudinal de la herramienta, en la parte superior, son móviles.

[0095] En las posiciones separadas de los rodillos, es posible disponer la herramienta de mecanizado alrededor del tubo.

[0096] Una vez que la herramienta está alrededor del tubo, el marco fijo 127 y los rodillos fijos 129 están situados debajo del tubo, estando los rodillos móviles 129 situados encima del tubo.

[0097] La conexión 133 del carro al marco consta de un marco intermedio 141, y una conexión 143 del marco intermedio 141 al marco fijo 127, dispuesta de tal modo que el marco 141 se pueda mover circunferencialmente alrededor del tubo con respecto al marco fijo 127.

[0098] La conexión 143 consta de dos cremalleras 145 rígidamente fijadas a los dos extremos longitudinales opuestos del marco intermedio, y dos ruedas dentadas 147 que cooperan cada una con una cremallera. Las ruedas

dentadas 147 están fijadas rígidamente a los árboles de salida de los motores 149, estando los motores 149 rígidamente fijados al marco fijo.

5 **[0099]** Además, la conexión 133 del carro al marco también consta de un eje longitudinal fijo 151 rígidamente fijado al marco intermedio 141 (véase la figura 8). El carro 131 está montado para deslizarse a lo largo del eje 151 por medio de casquillos de bolas 153.

10 **[0100]** Además, la conexión 133 consta de un motor 155 rígidamente fijado al carro 131, haciendo que gire un tornillo sin fin longitudinal 157. El tornillo 157 se acopla en unos orificios roscados 159, proporcionado en unas placas 161 fijadas rígidamente al marco intermedio 141 (figura 8). Así, cuando el motor 155 acciona el tornillo 157 en rotación en sentido horario, el carro 131 se desplaza longitudinalmente en un primer sentido bajo el efecto de la cooperación entre el tornillo 157 y los orificios roscados 159. Cuando el motor 155 acciona en rotación el tornillo en sentido inverso, el carro se desplaza longitudinalmente en el otro sentido.

15 **[0101]** En el ejemplo representado, la herramienta de mecanizado 123 consta de dos dispositivos de mecanizado 125, dispuestos para proporcionar el mecanizado de zonas diametralmente opuestas respectivas de la superficie externa del tubo.

20 **[0102]** Como variante, la herramienta de mecanizado solo consta de un único dispositivo de mecanizado, que se puede deslazar circunferencialmente alrededor del tubo para poder mecanizar toda la periferia del tubo.

[0103] Según otra variante más, la herramienta de mecanizado consta de más de dos dispositivos de mecanizado, por ejemplo, tres o más dispositivos de mecanizado.

25 **[0104]** Cada dispositivo de mecanizado 125 comprende un órgano de mecanizado 163 y una conexión 165 del órgano de mecanizado 163 al carro 131 capaz de hacer bascular el órgano de mecanizado 163 con respecto al carro 131 en un plano perpendicular al tubo, para poner el órgano de mecanizado 163 en contacto con la superficie externa 2 del tubo.

30 **[0105]** En el ejemplo representado, los dos órganos de mecanizado 163 están unidos al carro 131 por la misma conexión 165. La conexión 165 es común a los dos dispositivos de mecanizado 125. Como variante, los órganos de mecanizado 163 están unidos al carro 131 por diferentes conexiones 165.

35 **[0106]** En el ejemplo representado, cada órgano de mecanizado 163 es una amoladora. Consta de un bloque de motor 166 que tiene un árbol de salida rotativo 167, y un cabezal de mecanizado, aquí una fresadora 169, fijada al árbol de salida 167. El árbol de salida 167 es perpendicular al eje del tubo, y se debate en un plano perpendicular al eje del tubo. Como variante, el órgano de mecanizado no es una amoladora sino un disco abrasivo o cualquier otro tipo de órgano de mecanizado adaptado para eliminar el material en la superficie externa del tubo.

40 **[0107]** La conexión 165 del órgano de mecanizado del carro consta de una pieza de soporte 171 a la cual el bloque de motor 166 está rígidamente fijado, un pivote 173 que conecta el soporte 171 al carro 131 y una motorización 175 que acciona el soporte 171 en rotación alrededor del pivote 173 con respecto al carro 131. El pivote 173 es de eje longitudinal. Más precisamente, como se muestra en la figura 9, el soporte 171 está unido por sus dos extremos longitudinales opuestos al carro 131 por dos pivotes 173. Los pivotes 173 están alineados.

45 **[0108]** La motorización 175 consta de un piñón fijo 177 fijado rígidamente al carro 131, un motor 179 fijado rígidamente al soporte 171 y una rueda dentada 181 fijada rígidamente al árbol de salida 183 del motor 179, y que engrana el piñón fijo 177.

50 **[0109]** Cuando el motor 179 se activa para accionar la rueda dentada 181 en rotación en un primer sentido, el soporte 171 se acciona a su vez en rotación alrededor de los pivotes 173. Esto provoca la inclinación del órgano de mecanizado 163 hacia el tubo, hasta que el cabezal de mecanizado 169 esté en contacto con la superficie externa del tubo. Cuando se controla el motor para accionar el árbol de salida y la rueda dentada en sentido inverso, el órgano de mecanizado es llevado a su posición inicial y el cabezal de mecanizado ya no está en contacto con la superficie externa
55 del tubo.

[0110] Como variante, el movimiento de hundimiento de la fresadora no se obtiene por pivotamiento sino por traslación lateral de la conexión 165 a través de guías de bolas.

60 **[0111]** La herramienta de mecanizado 123 consta de preferencia incluso de al menos una pinza 185 capaz de bloquear de manera reversible la herramienta de mecanizado en posición sobre el tubo. La pinza es visible en particular en la figura 9.

[0112] Típicamente, la herramienta de mecanizado consta de una sola pinza. Como variante, la herramienta
65 de mecanizado consta de dos pinzas o más de dos pinzas.

[0113] La o cada pinza 185 consta típicamente de dos mordazas 187 dispuestas a cada lado del tubo, y unos accionadores no representados, previstos para desplazar de manera reversible las dos mordazas 187 una hacia la otra.

5

[0114] Como se puede ver en la figura 9, cada mordaza 187 es una placa que tiene una superficie de apoyo prevista para apoyarse contra el tubo. La superficie de apoyo es casi paralela a la dirección longitudinal. Las dos mordazas 187 están diametralmente opuestas entre sí con respecto al tubo. Los accionadores son típicamente unos cilindros de doble efecto, previstos para empujar cada mordaza 187 contra el tubo, según una dirección casi perpendicular al eje del tubo.

10

[0115] La pinza 185 está unida al marco intermedio 141.

[0116] Como variante, la pinza 185 está unida al carro 131 o al marco 127.

15

[0117] Los movimientos de todos los elementos de la herramienta de mecanizado se controlan a distancia a través de un ordenador 189. Las posiciones y movimientos de los diferentes elementos de la herramienta de mecanizado son detectados y registrados por unos codificadores, que transmiten la información al ordenador 189. Esto es cierto para el desplazamiento en rotación del marco intermedio 141 con respecto al marco fijo 127, el desplazamiento longitudinal del carro 131 con respecto al marco intermedio y el desplazamiento en rotación de los órganos de mecanizado 163 con respecto al carro.

20

[0118] La profundidad de derrubio, es decir, la profundidad de mecanizado, se controla detectando de manera precisa el instante en el que el órgano de mecanizado 163 entra en contacto con la superficie externa 2 del tubo. Para ello, la herramienta de mecanizado está equipada, por ejemplo, con un órgano de detección de las vibraciones generadas por el cabezal de mecanizado en contacto con el tubo, o por un órgano de detección de una variación de intensidad del motor 179 que desplaza el órgano de mecanizado con respecto al tubo, es decir, un medio de medición de vídeo de la impresión realizada por el órgano de mecanizado en el tubo.

25

[0119] De preferencia, la herramienta de mecanizado está equipada con una cámara cuyo eje óptico es casi paralelo al eje del órgano de mecanizado, lo que permite, si es necesario, posicionar con precisión el cabezal de mecanizado en la zona que se va a mecanizar, y para visualizar en tiempo real el trabajo efectuado en el tubo.

30

[0120] La herramienta de mecanizado 123 está adaptada para recibir unos sensores de medición en contacto o a distancia en lugar de los órganos de mecanizado 163, para poder medir una perfilometría o unos estados de superficie de las formas mecanizadas.

35

[0121] Las cámaras y los diferentes medios de medición y detección se comunican con el ordenador 189.

[0122] Del mismo modo, todos los motores y todos los accionadores del portador y las herramientas se controlan a distancia en el ordenador 189. Todos los codificadores y todos los detectores a bordo del portador y las diferentes herramientas comunican la información o las mediciones efectuadas al ordenador 189.

40

[0123] El conjunto de intervención está así concebido para permitir la restauración de la superficie externa de los tubos, de manera robotizada. La intervención humana se reduce extremadamente, y en la práctica se limita a la colocación del portador y las herramientas en el tubo, y a la conexión de cada una de las herramientas utilizadas al portador.

45

[0124] Tal conjunto permite reducir por tanto considerablemente las dosis recibidas por los operadores cuando la intervención debe tener lugar en un entorno donde las tasas de dosis son muy elevadas.

50

[0125] Ahora se detallará el procedimiento de intervención en la superficie externa de un tubo con la ayuda del conjunto descrito anteriormente.

[0126] El procedimiento comprende al menos las etapas siguientes:

55

- colocación en el tubo 1 del portador 13 y una herramienta 81, 111, 123 unida al portador 13;
- desplazamiento del portador 13 y la herramienta 81, 111, 123 a lo largo del tubo 1;
- realización de al menos una operación de inspección o mantenimiento en la superficie externa 2 del tubo 1 con la herramienta 81, 111, 123.

60

[0127] Típicamente, el procedimiento comprende varias operaciones de inspección y/o mantenimiento en la superficie externa del tubo, aplicando varias herramientas.

[0128] Sin embargo, la intervención puede limitarse a una sola operación: simple cepillado de las superficies,

65

o simple examen visual con la ayuda de la herramienta de inspección, o incluso simple mecanizado de una zona de la superficie externa cuya posición es ya conocida.

[0129] Así, típicamente, el procedimiento comprende una o varias de las etapas siguientes:

- 5
- cepillado de la superficie externa 2 del tubo 1 con la ayuda de una herramienta de cepillado 81 unida al portador 13;
 - inspección de la superficie externa 2 del tubo 1 con la ayuda de una herramienta de inspección 111 unida al portador 13;
- 10
- marcado de la superficie externa 2 del tubo 1 con la ayuda de una herramienta de inspección 111 unida al portador 13;
 - mecanizado de la superficie externa 2 del tubo 1 con la ayuda de una herramienta de mecanizado 123 unida al portador 13.

15 **[0130]** La etapa de colocación del portador 13 en el tubo 1 se efectúa de la manera siguiente.

[0131] Inicialmente, las mordazas 43 están en sus posiciones abiertas. Un operador se acerca al tubo con el portador 13 y acopla el tubo entre las mordazas 43. El fondo 25 está orientado hacia abajo y los rodillos 41 están orientados hacia arriba. Los órganos de rodamiento 17 están situados inmediatamente debajo del tubo. Después, el

20 operador hace girar los tornillos 55 en un sentido elegido para alejar los bloques 57 uno del otro. Esto tiene como efecto desplazar las mordazas 43 hacia sus posiciones cerradas, hasta que el tubo sea pinzado entre los órganos de rodamiento 17 y los rodillos 41. El operario ajusta la fuerza con la cual los órganos de rodamiento y los rodillos pinzan el tubo, hasta un valor predeterminado. Como variante, la sujeción/aflojamiento de las mordazas 43 se controla a distancia, reemplazando los motores o cilindros los tornillos 55.

25 **[0132]** Según otra variante, el posicionamiento del portador y/o las herramientas en los tubos se efectúa de forma automática con un brazo que toma el portador y/o las herramientas en un depósito y los coloca en posición sobre los tubos. En este caso, la sujeción/aflojamiento se controla a distancia mediante cilindros o motores externos.

30 **[0133]** Típicamente, la primera etapa es realizar el cepillado de la superficie externa del tubo con la ayuda de la herramienta de cepillado 81 descrita más arriba en referencia a las figuras 5 y 6.

[0134] Por lo tanto, el operario coloca primero la herramienta de cepillado 81 alrededor del tubo 1. En general, ya está vinculado al portador 13, antes de su colocación.

35 **[0135]** Inicialmente, los marcos laterales 87 están en posiciones inclinadas. El operario introduce el tubo 1 entre los dos marcos laterales 87, estando el marco central 85 colocado debajo del tubo 1. Después, el operario acciona el tornillo 91 en rotación, en un sentido adaptado para llevar los marcos laterales 87 a sus posiciones de uso. Los bordes internos 97 de los cepillos se adaptan entonces al contacto con la superficie externa del tubo.

40 **[0136]** El operario evacua a continuación la zona de intervención.

[0137] Como variante, el cierre de los marcos laterales 87 en la posición de uso en el tubo se efectúa de manera automática, controlada a distancia. Los tornillos 91 en este caso son reemplazados por cilindros o motores. Este control

45 a distancia permite igualmente abrir los marcos laterales 87 cuando el operario interviene para retirar la herramienta al final del cepillado.

[0138] El portador y la herramienta generalmente se colocan en un primer extremo del tubo.

50 **[0139]** Después, un operario colocado a distancia del tubo 1, en una zona sin riesgo, controla a distancia el desplazamiento del portador 13 y de la herramienta de cepillado 81 a lo largo del tubo 1, a través del ordenador 189.

[0140] Para ello, activa el motor 33. Este último acciona en rotación los órganos de rodamiento 17. El portador y la herramienta de cepillado se desplazan así por toda la longitud del tubo, hasta un extremo del tubo opuesto al

55 primer extremo.

[0141] La llegada de la herramienta de cepillado al segundo extremo del tubo se detecta, por ejemplo, por un detector de fin de recorrido montado en la herramienta de cepillado o por un detector de fin de recorrido montado en el portador o incluso por una cámara montada en el portador o en la herramienta de cepillado.

60 **[0142]** El operario controla entonces el desplazamiento del portador 13 y de la herramienta de cepillado 81 en sentido inverso a lo largo del tubo 1, para llevarlos hasta el primer extremo del tubo. A continuación, un operario interviene para separar la herramienta de cepillado 81 del portador 13, y colocar la herramienta de inspección 111 en el tubo.

65

[0143] Como variante, el conjunto constituido por el portador 13 y la herramienta de cepillado 81 se retira del tubo y se reemplaza por otro conjunto, que consta de otro portador y la herramienta de inspección 111.

[0144] Para ello, acopla el tubo 1 en la muesca 119, para colocar la estructura de anillo 117 alrededor del tubo.
5 Conecta la herramienta de inspección 111 al portador 13.

[0145] A continuación evacua la zona de intervención.

[0146] De nuevo, un operario controla a distancia el desplazamiento del portador 13 y de la herramienta de
10 inspección 111 a lo largo del tubo, a través del ordenador 189.

[0147] Durante el desplazamiento, la banda luminosa 121 ilumina la superficie externa del tubo, y las cámaras
113 registran unas imágenes de la superficie externa, en toda la periferia del tubo. Las cámaras 113 transmiten las
15 imágenes registradas al ordenador 189.

[0148] Las imágenes transmitidas son analizadas en tiempo real por un operario o, por el contrario, son
registradas y analizadas en diferido.

[0149] Los codificadores a bordo del portador 13 permiten asociar cada imagen a una posición longitudinal a
20 lo largo del tubo.

[0150] Cuando se identifica una zona dañada en las imágenes transmitidas por las cámaras, un marcado puede
ser fijado en la superficie externa 2 del tubo 1, por el dispositivo de marcado 115. Este marcado se controla a distancia,
a través del ordenador 189. El marcado se efectúa inmediatamente si las imágenes se analizan a medida que se
25 transmiten o, por el contrario, el marcado se puede fijar más tarde, llevando el portador 13 hasta la zona defectuosa
identificada.

[0151] Por ejemplo, las imágenes pueden registrarse durante el trayecto de ida de la herramienta de inspección
111, desde el primer extremo del tubo hasta el segundo extremo, y las marcas visuales pueden fijarse durante el
30 trayecto de vuelta.

[0152] La llegada del portador y la herramienta de inspección al segundo extremo del tubo se detecta, por
ejemplo, por un detector de fin de recorrido montado en la herramienta de inspección, o por un detector de fin de
recorrido montado en el portador, o por una cámara montada en la herramienta o el portador.
35

[0153] Una vez que el portador 13 y la herramienta de inspección 111 han vuelto al primer extremo del tubo,
un operario desmonta la herramienta de inspección 111. A continuación coloca la herramienta de mecanizado 123
alrededor del tubo y la conecta al portador 13.

[0154] Como variante, se retira del tubo el conjunto constituido por el portador y la herramienta de inspección
40 111, y se reemplaza por un conjunto constituido por otro portador y la herramienta de mecanizado 123.

[0155] Para ello, los rodillos 139 de la herramienta de mecanizado están inicialmente en sus respectivas
posiciones separadas del tubo. El operario coloca la herramienta de mecanizado 123 de tal forma que el marco 127
45 se coloque debajo del tubo. Acopla el tubo entre los rodillos 129, después controla el desplazamiento de los rodillos
129 hasta sus posiciones en contacto con el tubo.

[0156] Inicialmente, la pinza 185 está abierta, y el o los órganos de mecanizado 125 no están en contacto con
la superficie externa 2 del tubo 1.
50

[0157] El operario evacua a continuación la zona de intervención. A continuación, un operario controla a
distancia el desplazamiento del portador 13 y de la herramienta de mecanizado 123 a lo largo del tubo 1 hasta que la
herramienta de mecanizado esté en su lugar al nivel de una de las zonas que se van a mecanizar de la superficie
externa 2 del tubo 1.
55

[0158] Los codificadores que equipan el portador permiten colocar el órgano de mecanizado 123 con precisión
al nivel de las zonas previamente identificadas con la herramienta de inspección 111.

[0159] Después, la posición de cada dispositivo de mecanizado 125 se ajusta finamente con respecto a la zona
60 que se va a mecanizar, usando la conexión del carro 131 al marco 127. El motor 149 se usa para desplazar el marco
intermedio 141 con respecto al marco fijo 127. El motor 155 se usa para desplazar el carro 131 con respecto al marco
intermedio 141.

[0160] Esta colocación precisa es efectuada por el operario a través del ordenador 189, en particular con la
65 ayuda de las cámaras a bordo de la herramienta de mecanizado.

[0161] La herramienta de mecanizado 123 se bloquea entonces en posición en el tubo 1, por medio de la pinza 185. Los cilindros se accionan para sujetar las mordazas 187 contra el tubo 1, a cada lado del tubo.

5 **[0162]** Los dispositivos de mecanizado 125 se activan entonces, y el operario controla a través del ordenador 189 el desplazamiento de cada órgano de mecanizado 163 con respecto al carro 131 hasta que el o cada cabezal de mecanizado 169 esté en contacto con la zona que se va a mecanizar de la superficie externa del tubo. La puesta en contacto del cabezal de mecanizado 169 con la superficie externa del tubo se detecta, ya sea por la cámara de a bordo o por los detectores previstos a este efecto, como se describió más arriba.

10

[0163] El operario controla la continuación del desplazamiento del o de los cabezales de mecanizado 169 hasta que se alcance la profundidad de mecanizado requerida.

15 **[0164]** Si es necesario, el carro 131 se desplaza longitudinalmente mientras que el cabezal de mecanizado 169 está en acción, lo que permite, por ejemplo, realizar unas formas radiadas por interpolación de los dos ejes de trabajo (eje de desplazamiento longitudinal a lo largo del tubo, eje de hundimiento del cabezal perpendicular al eje del tubo).

20 **[0165]** Una vez que se ha alcanzado la profundidad requerida, el operario controla a través del ordenador 189 la retirada del o de los cabezales de mecanizado del tubo. A continuación desplaza el carro 131 longitudinalmente si es necesario, para colocar el o cada cabezal de mecanizado en una posición adecuada para mecanizar otra parte de la misma zona si es necesario. También puede aflojar la pinza 185 y desplazar circunferencialmente el marco intermedio 141 y el carro 131 alrededor del tubo, con la ayuda del motor 149.

25 **[0166]** Después de haber sujetado la pinza de nuevo, acciona el motor 179 para que el cabezal de mecanizado vuelva a entrar en contacto con la zona que se va a mecanizar.

[0167] Una vez que la primera zona está totalmente mecanizada, el operario desplaza el portador y la herramienta de mecanizado a otra zona que se va a mecanizar, y así sucesivamente.

REIVINDICACIONES

1. Conjunto previsto para realizar unas intervenciones sobre una superficie externa (2) de un tubo (1) de un reactor nuclear, comprendiendo el conjunto:

- un portador (13) móvil a lo largo del tubo (1);
- al menos una herramienta de inspección o de mantenimiento (81, 111, 123), unida al portador (13);

comprendiendo el portador (13):

- al menos un órgano de rodamiento (17), colocado en contacto con la superficie externa (2) del tubo (1);
- un accionador (33), dispuesto para accionar el órgano de rodamiento (17) en rotación con respecto al tubo (1), para propulsar el portador (13) a lo largo del tubo (1) por cooperación entre el órgano de rodamiento (17) y la superficie externa (2) del tubo (1);
- un dispositivo (21) de conexión del portador (13) al tubo (1), dispuesto para que el tubo (1) ocupe al menos el 50 % del peso del portador (13) y de la herramienta (81, 111, 123);

caracterizado porque una de las herramientas es una herramienta de mecanizado (123) que consta de al menos un dispositivo de mecanizado (125) capaz de mecanizar la superficie externa (2) del tubo (1) y del derrubio de unas zonas dañadas de la superficie externa (2) del tubo (1), de preferencia dos dispositivos de mecanizado (125) diametralmente opuestos con respecto al tubo (1), y **porque** la herramienta de mecanizado (123) consta de:

- un marco (127);
- una pluralidad de rodillos de guía (129) unidos al marco (127), dispuestos para cooperar con el tubo (1) de modo que la herramienta de mecanizado (123) esté soportada por el tubo (1) y sea susceptible de desplazarse a lo largo del tubo (1);
- un carro (131) que lleva el o cada dispositivo de mecanizado (125);
- una conexión (133) del carro (131) al marco (127), dispuesta para que el carro (131) sea móvil con respecto al marco (127) en traslación a lo largo del tubo (1) y en rotación alrededor del tubo (1).

2. Conjunto según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el portador (13) comprende un chasis (15) al que está conectado el o cada órgano de rodamiento (17), comprendiendo el dispositivo (21) de conexión del portador (13) al tubo (1) al menos un rodillo (41) conectado al chasis (15), dispuesto para pinzar el tubo (1) entre el o cada rodillo (41) y el o cada órgano de rodamiento (17) con una fuerza predeterminada.

3. Conjunto según la reivindicación 2, **caracterizado porque** el o cada órgano de rodamiento (17) tiene un recubrimiento antideslizante, estando dicho recubrimiento antideslizante, dicha fuerza predeterminada y un par motor máximo capaz de ser transmitido por el accionador al o a cada órgano de rodamiento (17) seleccionados para que el portador (13) y la herramienta (81, 111, 123) puedan mantenerse inmóviles alrededor de una sección (7) del tubo (1) de orientación vertical.

4. Conjunto según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 3, **caracterizado porque** el dispositivo (21) de conexión del portador (13) al tubo (1) consta al menos de una mordaza (43) que lleva al menos el o uno de los rodillos (41), y una conexión (45) de la mordaza (43) al chasis (15) dispuesta para que la mordaza (43) sea móvil entre una posición abierta en la que el portador (13) es susceptible de estar separado del tubo (1), y una posición cerrada en la que el tubo (1) es pinzado entre el o cada rodillo (41) y el o cada órgano de rodamiento (17).

5. Conjunto según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el portador (13) comprende un codificador (65) adaptado para determinar una posición actual del portador (13) a lo largo del tubo (1).

6. Conjunto según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el conjunto comprende una conexión (67) adaptada para unir el portador (13) al o a cada herramienta (81, 111, 123), confiriendo dicha conexión al menos una grado de libertad a la o cada herramienta (81, 111, 123) con respecto al portador (13).

7. Conjunto según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** una de las herramientas es una herramienta de cepillado (81) que consta al menos de un cepillo (83) dispuesto para cepillar la superficie externa (2) del tubo (1).

8. Conjunto según la reivindicación 7, **caracterizado porque** la herramienta de cepillado (81) consta de varios cepillos (83) que tienen unas formas de semianillo, diametralmente opuestas entre sí con respecto al tubo (1).

9. Conjunto según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** una de las herramientas es una herramienta de inspección (111) que consta al menos de una cámara (113), dispuesta para inspeccionar la superficie externa (2) del tubo (1).

10. Conjunto según la reivindicación 9, **caracterizado porque** la herramienta de inspección (111) consta de un dispositivo (115) de marcado de la superficie externa (2).
11. Conjunto según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la herramienta de mecanizado (123) consta de unas conexiones (135) de los rodillos (129) al marco (127), pudiendo al menos ciertas conexiones (135) ser capaces de desplazar los rodillos (129) entre las posiciones respectivas separadas del tubo (1) y unas posiciones respectivas en contacto con la superficie externa (2) del tubo (1).
12. Conjunto según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el o cada dispositivo de mecanizado (125) consta de un órgano de mecanizado (163) y una conexión (165) del dispositivo de mecanizado (125) al carro (131) capaz de hacer bascular el órgano de mecanizado (163) con respecto al carro (131) en un plano perpendicular al tubo (1) para poner en contacto el órgano de mecanizado (163) con la superficie externa (2) del tubo (1).
13. Conjunto según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la herramienta de mecanizado (123) consta al menos de una pinza (185) capaz de bloquear de manera reversible la herramienta de mecanizado (123) en su posición sobre el tubo (1).
14. Procedimiento de intervención en una superficie externa de un tubo con la ayuda de un conjunto según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el procedimiento al menos las etapas siguientes:
- colocación en el tubo (1) del portador (13) y de la herramienta (81, 111, 123) unida al portador (13);
 - desplazamiento del portador (13) y la herramienta (81, 111, 123) a lo largo del tubo (1);
 - realización de al menos una operación de inspección o mantenimiento en la superficie externa (2) del tubo (1) con la herramienta (81, 111, 123), siendo dicha operación un mecanizado de la superficie externa (2) del tubo (1) con la ayuda de una herramienta de mecanizado (123) unida al portador (13), por derrubio de una zona dañada de la superficie externa (2) del tubo (1).
15. Procedimiento según la reivindicación 14, **caracterizado porque** el procedimiento comprende una o varias de las etapas siguientes:
- cepillado de la superficie externa (2) del tubo (1) con la ayuda de una herramienta de cepillado (81) unida al portador (13);
 - inspección de la superficie externa (2) del tubo (1) con la ayuda de una herramienta de inspección (111) unida al portador (13);
 - marcado de la superficie externa (2) del tubo (1) con la ayuda de una herramienta de inspección (111) unida al portador (13).

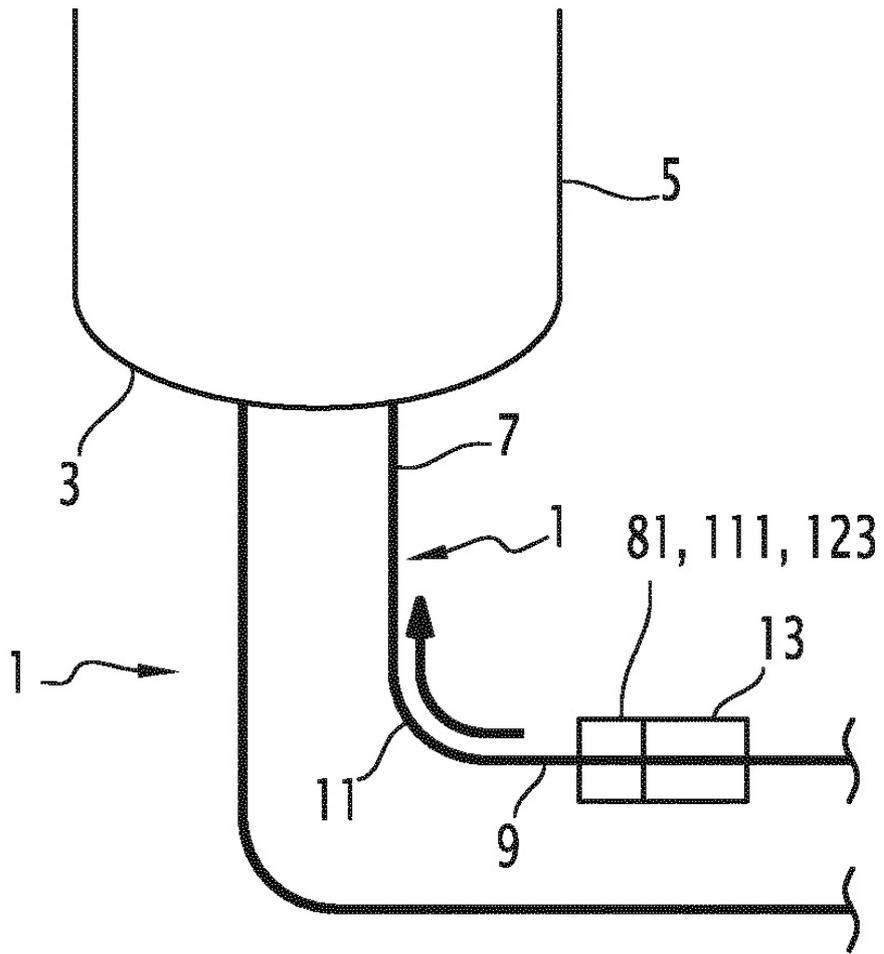


FIG.1

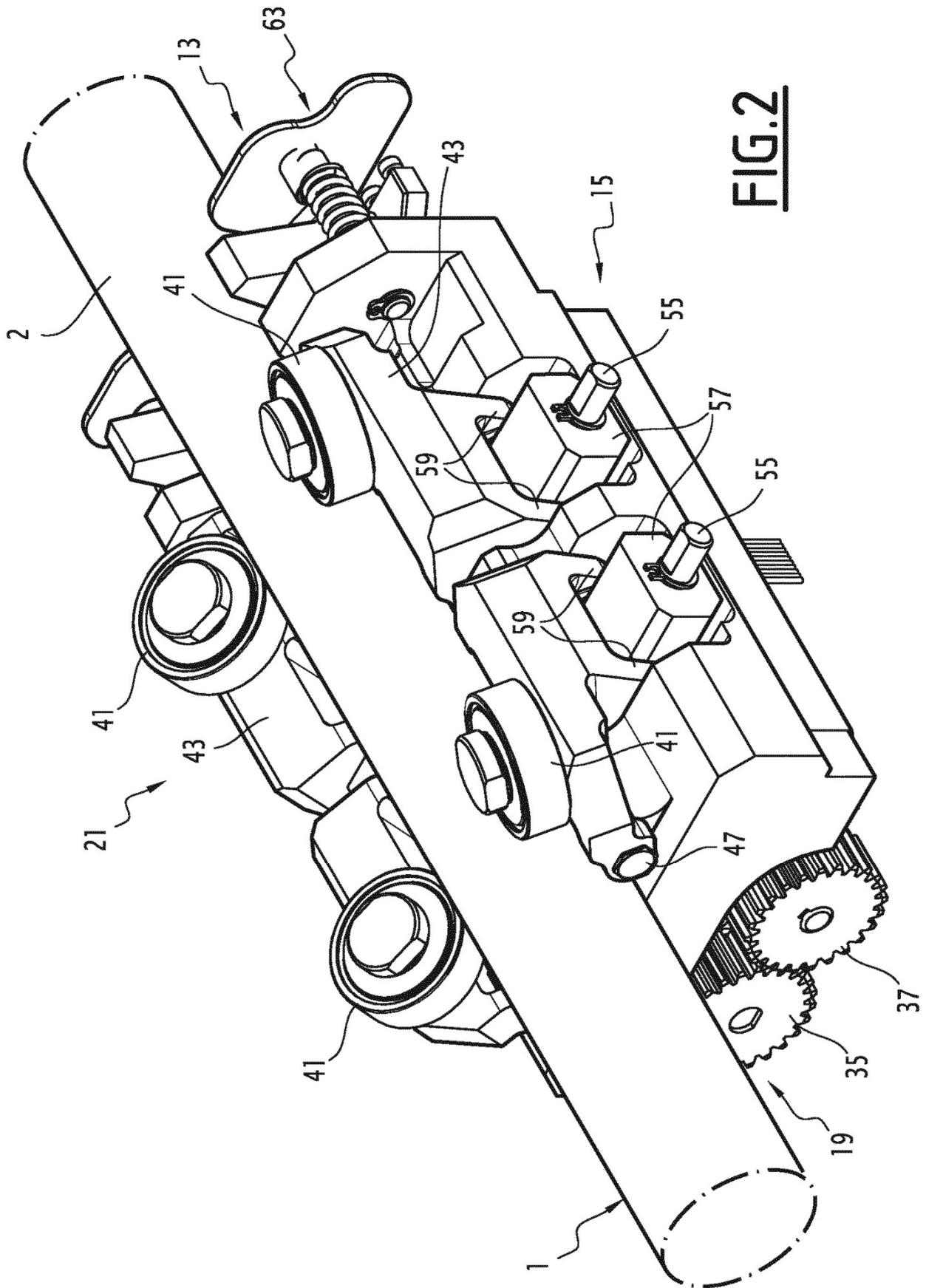


FIG. 2

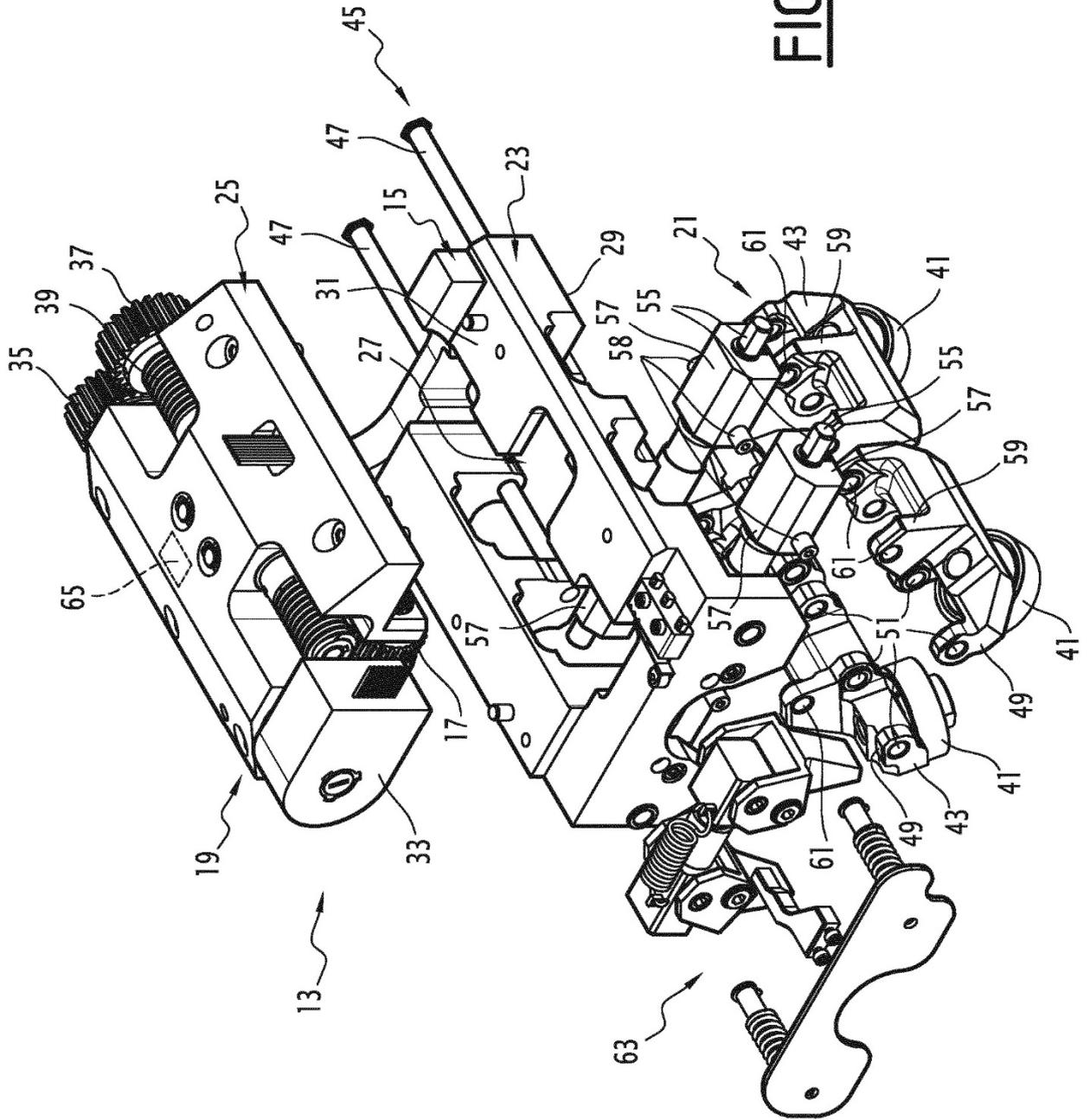


FIG.3

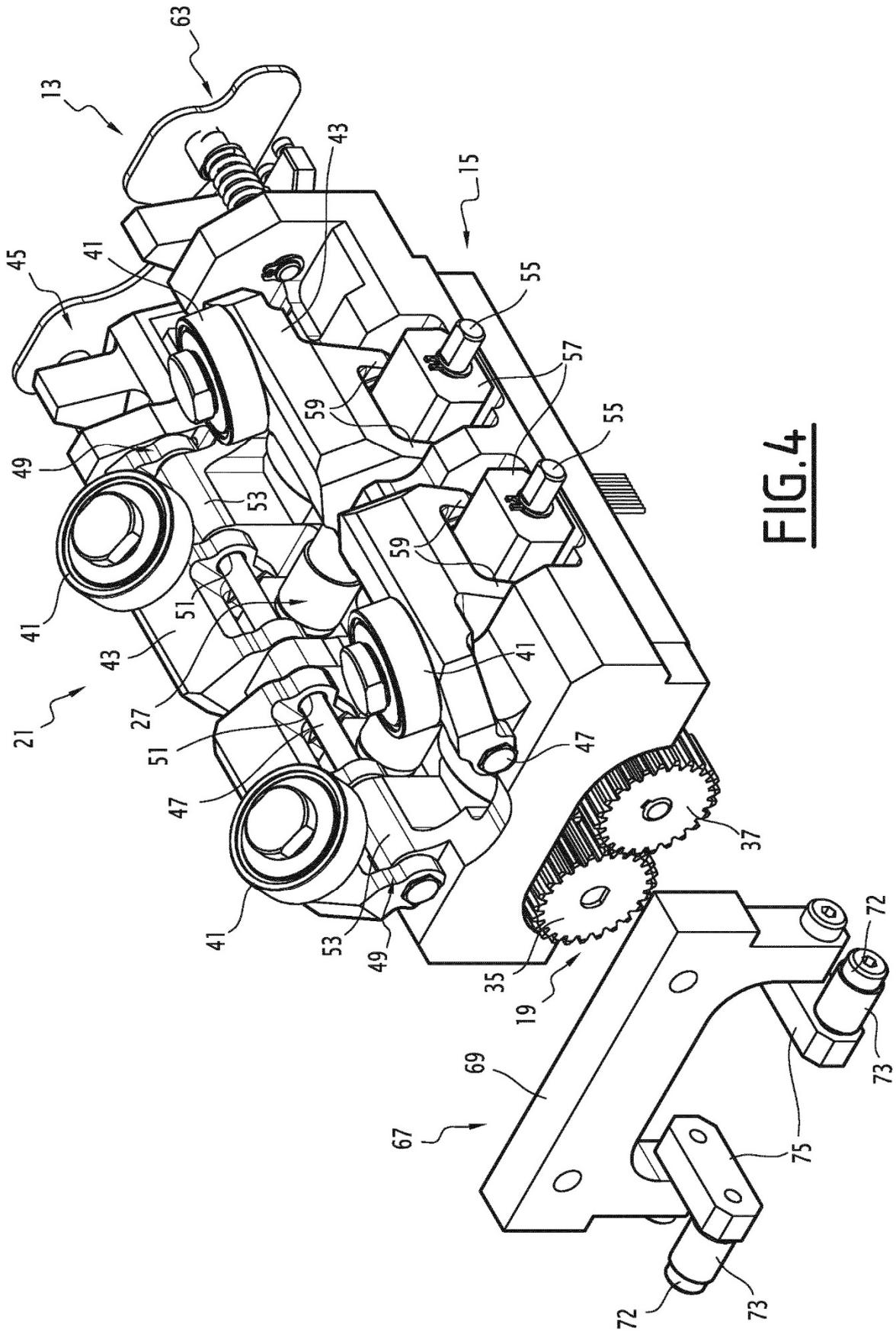
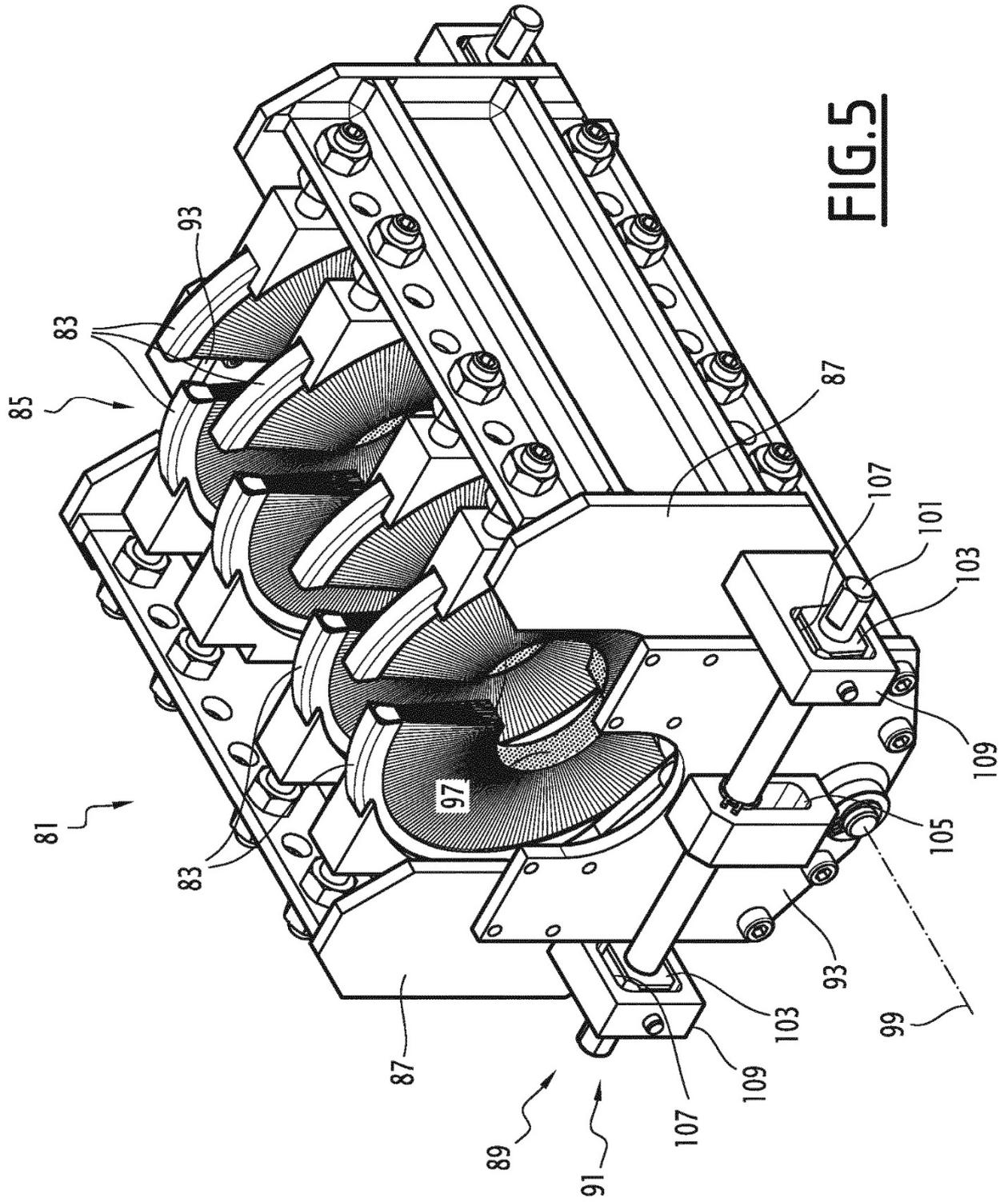


FIG.4



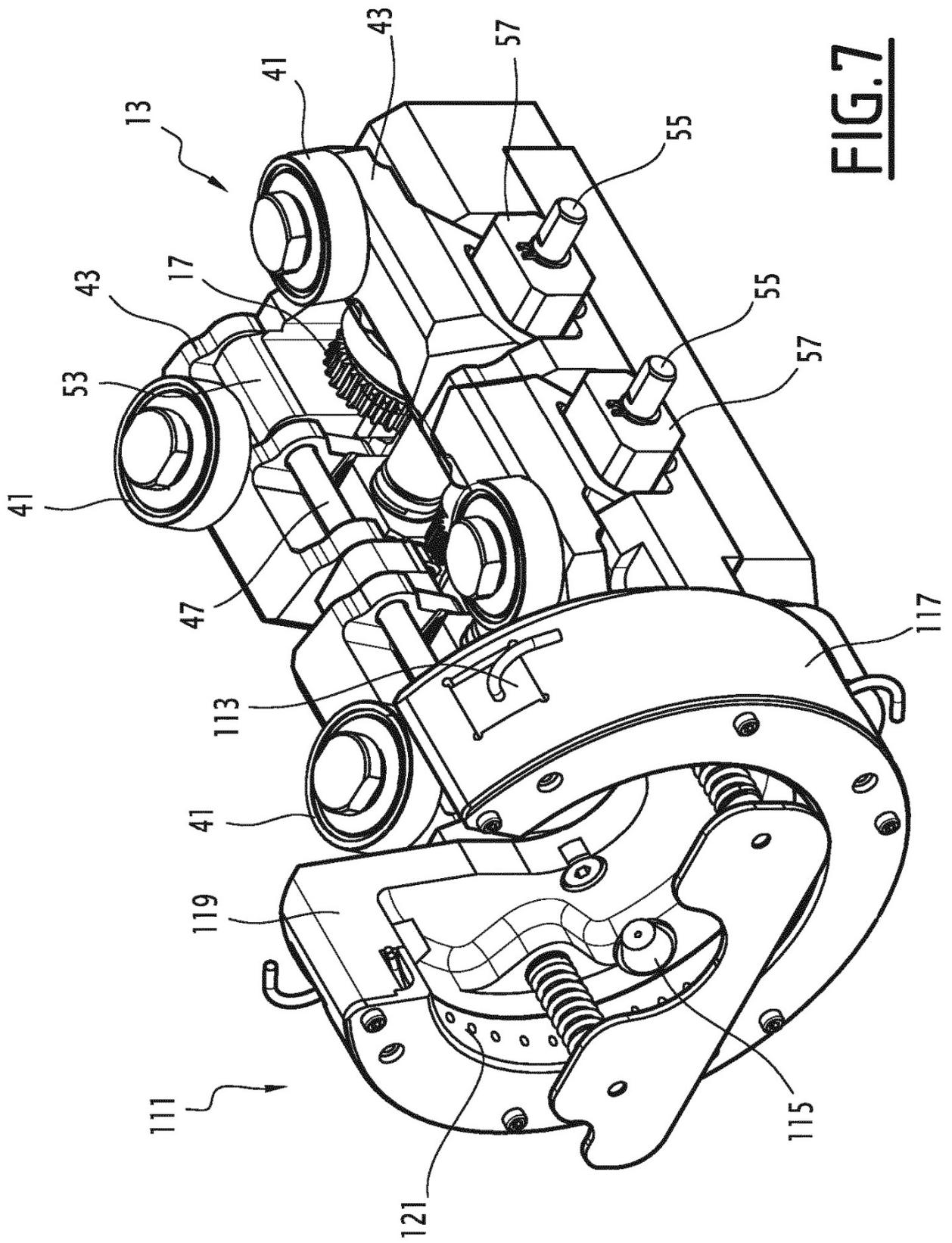


FIG. 7

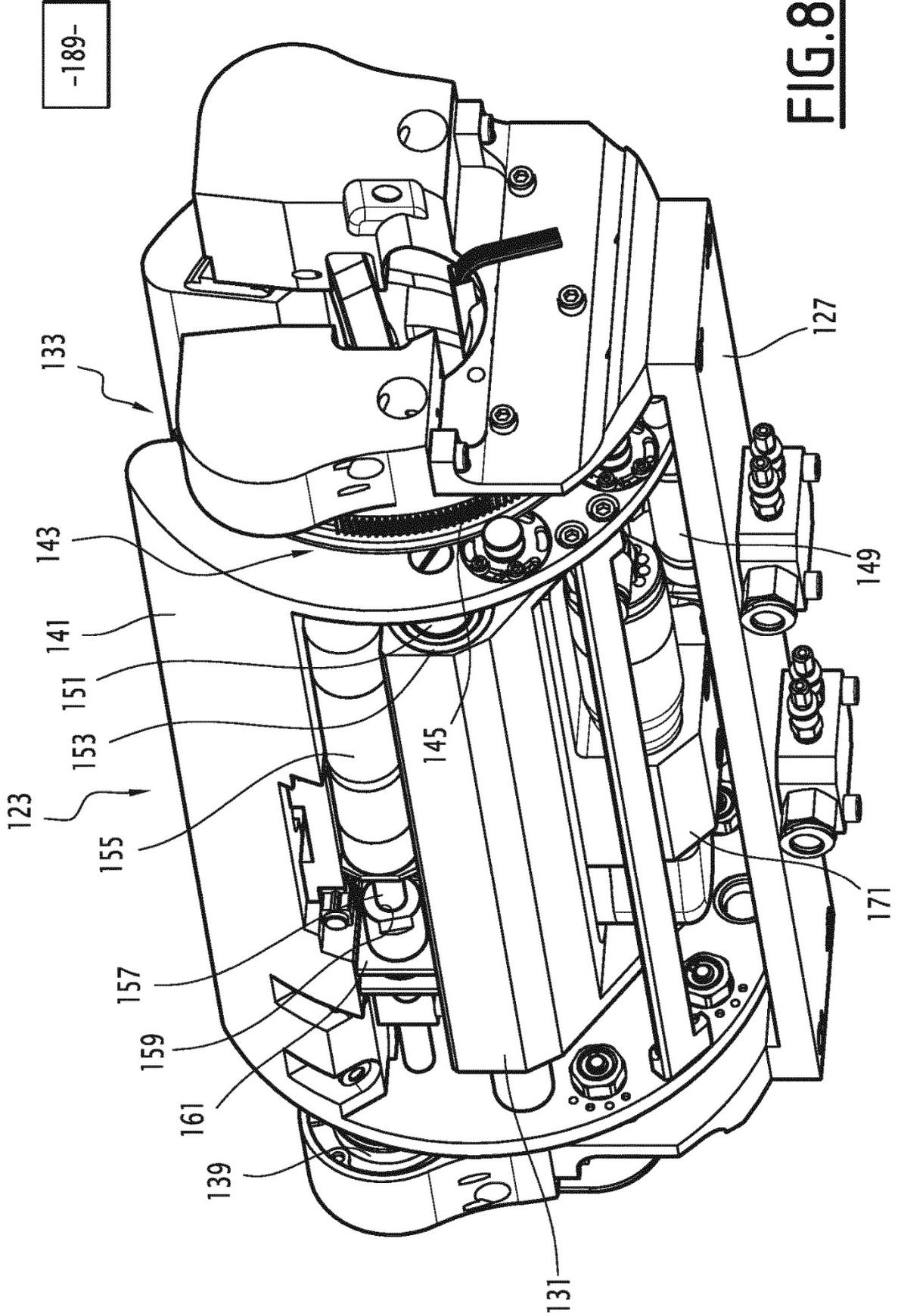


FIG. 8

