

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 015 142**

51 Int. Cl.:

B28B 5/04	(2006.01)
B28B 15/00	(2006.01)
B28B 17/00	(2006.01)
B25J 5/04	(2006.01)
B28B 7/00	(2006.01)
E21D 11/08	(2006.01)
B25J 11/00	(2006.01)
B28B 11/24	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.04.2020 PCT/EP2020/059943**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **15.10.2020 WO20208046**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.04.2020 E 20721159 (0)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.01.2025 EP 3953122**

54 Título: **Planta de producción y método para la fabricación de un segmento de hormigón de un sistema de excavación de túneles**

30 Prioridad:

07.04.2019 DE 102019109084

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.04.2025

73 Titular/es:

**HERRENKNECHT AG (100.00%)
Schlehenweg 2
77963 Schwanau, DE**

72 Inventor/es:

MEDEL, STEFAN

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 3 015 142 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

Planta de producción y método para la fabricación de un segmento de hormigón de un sistema de excavación de túneles

5 La invención se refiere a una planta de producción para la fabricación de un segmento de hormigón de un sistema de excavación de túneles con al menos un encofrado para la fabricación del segmento de hormigón, estando la planta de producción prevista como planta estacionaria con al menos dos encofrados estacionarios, llevándose a cabo los pasos de trabajo necesarios para la fabricación del segmento de hormigón respectivamente en los encofrados, y con al menos una estación de endurecimiento para endurecer el hormigón introducido en el encofrado para la fabricación del segmento de hormigón. Además, la invención se refiere también a un método.

10 Para la producción de segmentos de hormigón, los pasos de trabajo individuales para producir un segmento de hormigón se llevan a cabo manualmente. Además de los costes laborales que ello implica, el trabajo a realizar es monótono y extenuante para los empleados. Además, las actividades se realizan con objetos pesados, por lo que existe riesgo de lesiones. A pesar de la naturaleza repetitiva del trabajo, todavía es necesario realizarlo con un nivel muy alto de precisión. Los documentos CN109159273A, CN107901208A, CN105082346A y CN207495750U describen los denominados sistemas de circulación para la producción de segmentos. El documento DE102012010664A1 describe una planta de producción de automóviles con varias estaciones de trabajo.

El objetivo de la invención es por tanto reducir al menos aspectos parciales de los problemas mencionados anteriormente.

20 Para resolver el objetivo se proporciona al menos un robot para llevar a cabo al menos un paso de trabajo en al menos dos encofrados, se proporciona al menos un recorrido de desplazamiento que se extiende al menos parcialmente a lo largo o transversalmente a los encofrados, se proporciona al menos un elemento de desplazamiento sobre el que está dispuesto el al menos un robot con una base y con el que el al menos un robot se puede mover al menos parcialmente a lo largo o transversalmente a los al menos dos encofrados.

Esto facilita la automatización de la planta de producción. Al mismo tiempo, se puede mantener la precisión necesaria.

25 Otra enseñanza de la invención prevé que la base del al menos un robot se pueda mover sobre el al menos un elemento de desplazamiento a lo largo del elemento de desplazamiento hasta la zona del encofrado.

30 Otra enseñanza de la invención prevé que el recorrido de desplazamiento esté dispuesto por encima del encofrado, preferiblemente sobre pilares. Mediante la disposición del recorrido de desplazamiento por encima del encofrado, es posible acceder con el robot al área de encofrado desde arriba y alcanzar fácilmente las áreas de trabajo necesarias en referencia al encofrado utilizado.

35 Otra enseñanza de la invención prevé que el recorrido de desplazamiento presente al menos una pista de desplazamiento a ambos lados a lo largo o transversalmente al encofrado. Es ventajoso que el elemento de desplazamiento sea al menos un travesaño cuyos extremos se puedan mover sobre una pista de desplazamiento y/o sobre el que esté dispuesta la base del al menos un robot de forma que se pueda mover sobre la estación de trabajo. Al dividir el recorrido de desplazamiento en pistas de desplazamiento, es posible utilizar un portal móvil o, si el recorrido de desplazamiento está dispuesto encima del encofrado, permitir un movimiento preciso en este. Si se utiliza un travesaño, el robot se puede volver a colocar fácilmente en el espacio de encofrado. Si en el travesaño se dispone una base que además sea móvil, se aumenta de forma sencilla el grado de libertad de disposición del encofrado en el espacio.

40 Otra enseñanza de la invención prevé que el robot presente una herramienta y esté diseñado de tal manera que la herramienta se pueda mover y pivotar en el espacio del encofrado. Es ventajoso que la herramienta esté diseñada para ser intercambiable con respecto al robot. También resulta ventajoso que la herramienta intercambiable esté contenida en un espacio de almacenamiento al que el robot se pueda desplazar o que esté situado sobre el encofrado. Si el robot está equipado con brazos y articulaciones, así como con articulaciones giratorias y accionamientos, también es posible aumentar fácilmente el grado de libertad de la disposición de una herramienta, por ejemplo, dispuesta en el robot, en el espacio del encofrado. Si la herramienta está diseñada para ser intercambiable, un mismo robot puede realizar varios pasos de trabajo en un encofrado. Dependiendo del tipo de trabajo a realizar y, en particular, del tamaño de las herramientas, es ventajoso disponer las herramientas directamente en la zona del robot o sobre el encofrado respectivo. Esto también facilita la realización de diferentes pasos de trabajo con las mismas herramientas. Por ejemplo, se puede utilizar una llave dinamométrica para aflojar o apretar fijaciones y, al mismo tiempo, realizar otras operaciones que requieren un accionamiento giratorio.

50 Ventajosamente, la herramienta es una llave dinamométrica, un cepillo, un rodillo, un elemento de medición, una boquilla, un escáner, una pinza o una cámara. Otra enseñanza de la invención prevé que se proporcionen al menos dos líneas de producción paralelas con al menos dos encofrados paralelos.

55 Otra enseñanza de la invención prevé que el robot se pueda mover entre al menos dos encofrados paralelos de las al menos dos líneas de producción paralelas.

Otra enseñanza de la invención prevé que la estación de endurecimiento esté formada por cámaras de endurecimiento individuales, que están diseñadas preferiblemente como un contenedor ISO estándar.

Otra enseñanza de la invención prevé que la estación de endurecimiento presente varios niveles dispuestos uno encima del otro.

5 El objetivo se consigue además mediante un método para la fabricación de un segmento de hormigón de un sistema de excavación de túneles con al menos dos encofrados utilizando una planta de fabricación descrita anteriormente con los siguientes pasos:

1. colocar un encofrado en un lugar, preferiblemente en una posición precisa,

2. en caso necesario, identificar el tipo de encofrado,

10 3. si es necesario, recoger la herramienta necesaria para que el robot realice un paso de trabajo,

4. mover la base del robot a lo largo de un recorrido de desplazamiento y/o un recorrido transversal para la alineación X, Y hasta una posición necesaria para llevar a cabo el paso de trabajo,

5. ejecutar y finalizar el paso de trabajo por medio del robot con la herramienta necesaria,

15 6. si es necesario, comprobar la finalización del paso de trabajo, preferiblemente por parte del robot, con una herramienta diseñada para tal fin,

7. si es necesario, repetir los pasos 3 a 6 para realizar otro paso de trabajo en la ubicación en cuestión,

8. transportar el encofrado a la estación de endurecimiento,

9. si es necesario, repetir los pasos 3 a 8 para realizar un paso de trabajo en el siguiente encofrado en la siguiente ubicación.

20 Utilizando el método según la invención, es posible aumentar fácilmente la calidad de la producción de segmentos. Al mismo tiempo, el uso de material en la producción de segmentos se puede registrar y evaluar de forma sencilla y precisa. Además, es posible documentar fácilmente los procesos de fabricación de cada segmento individual. Esto permite rastrear posteriormente la fabricación de cada segmento individual en el túnel ensamblado y, al mismo tiempo, demostrar el proceso de fabricación.

25 Otra enseñanza de la invención prevé que la herramienta sea una llave dinamométrica, un cepillo, un rodillo, un elemento de medición, una boquilla, un escáner, una pinza o una cámara.

Otra enseñanza de la invención prevé que la herramienta intercambiable se extraiga o se deposite desde un espacio de almacenamiento al que el robot puede desplazarse o que se encuentra en la zona del encofrado.

30 Otra enseñanza de la invención prevé que un paso de trabajo sea abrir o cerrar el encofrado o la cubierta del encofrado, retirar el segmento de hormigón, limpiar el encofrado, preparar el encofrado para la posterior introducción de hormigón, equipar el encofrado con al menos un elemento del segmento de hormigón, medir el encofrado, rellenar el encofrado con hormigón o tratar la superficie del hormigón introducido del segmento de hormigón. Es ventajoso que el al menos un elemento sea una junta, un revestimiento protector, un elemento de refuerzo, un sensor, en particular un sensor de temperatura, un elemento de drenaje, un elemento de plástico y/o un taco de montaje.

35 Además, se describe un control del método descrito anteriormente, en particular en conexión con una planta de producción descrita anteriormente, en donde los pasos de trabajo se procesan en estaciones de trabajo mediante la evaluación de datos y/o datos de sensores, un robot se posiciona en una posición X,Y a lo largo de una línea de producción en base a los datos y/o datos de sensores, una herramienta para llevar a cabo el paso de trabajo se selecciona en base a los datos y/o datos de sensores, y el paso de trabajo se lleva a cabo transfiriendo datos de control al robot y/o a la herramienta. Esto hace que sea fácil aumentar la calidad de la producción de segmentos. Al mismo tiempo, el uso de material en la producción de segmentos se puede registrar y evaluar de forma sencilla y precisa. Además, es posible documentar fácilmente los procesos de fabricación de cada segmento individual.

45 También se describe un encofrado para la fabricación de un segmento de hormigón de un sistema de excavación de túneles, para su uso en una planta de producción descrita anteriormente o durante la realización de un método descrito anteriormente, con una bandeja de hormigón para recibir una cantidad de hormigón necesaria para la fabricación del segmento y, en caso necesario, para recibir el refuerzo previsto del segmento de hormigón, presentando la bandeja de hormigón al menos un fondo y paredes adaptadas a la forma del fondo, estando al menos una pared dispuesta de forma desmontable del fondo y pivotante con respecto al fondo entre una posición cerrada y una posición abierta, presentando el encofrado al menos un sistema de accionamiento para pivotar al menos una pared entre las posiciones
50 abierta y cerrada y para mantenerla en la posición respectiva, y presentando el sistema de accionamiento al menos un actuador para pivotar al menos una pared entre las posiciones abierta y cerrada.

Así se simplifica la apertura y el cierre y, al mismo tiempo, se garantiza una sujeción segura para que el encofrado permanezca bien cerrado.

5 Otra divulgación prevé que al menos dos paredes se toquen entre sí en una de sus dos zonas extremas exteriores con sus lados cortos en la posición cerrada, formando de este modo una esquina de la bandeja de hormigón. Es ventajoso que en una de las dos paredes de la zona extrema exterior se disponga un elemento de enganche macho y en la otra pared de la zona extrema exterior se disponga un elemento de enganche hembra, que se acoplan entre sí cuando las dos paredes están en la posición cerrada. De esta manera es más fácil garantizar que la esquina esté cerrada.

10 Otra divulgación prevé que las dos paredes estén conectadas entre sí en sus zonas extremas exteriores mediante al menos una conexión roscada o una conexión de abrazadera, sirviendo la conexión roscada o la conexión de abrazadera preferiblemente para fijar la posición, y/o presentando la conexión roscada con un elemento elástico dispuesto a lo largo de al menos una parte del tornillo. Se trata de una sencilla característica de seguridad adicional que garantiza el posicionamiento de forma sencilla.

15 Otra divulgación prevé que la conexión de sujeción presente un elemento de bloqueo que está dispuesto en uno de los elementos de pared y que se puede mover de forma pivotante entre una posición abierta y una posición cerrada con al menos un actuador, por ejemplo, un cilindro hidráulico o un sistema de husillo. Es ventajoso que el actuador esté conectado al sistema de accionamiento que se describe a continuación. Esto facilita la provisión de un seguro.

Otra divulgación prevé que la al menos una pared esté conectada a al menos dos actuadores del sistema de accionamiento para moverse entre las posiciones abierta y cerrada. Esto hace que sea fácil aplicar y distribuir las fuerzas de sujeción necesarias.

20 Otra divulgación prevé que el al menos un elemento de pared tenga dos zonas extremas exteriores, y que se proporciona al menos un actuador por zona extrema para mover y sujetar el elemento de pared. Se ha demostrado que este es un modo especialmente sencillo de garantizar un sellado hermético incluso cuando el encofrado está relleno de hormigón y las paredes laterales pueden deformarse.

25 Otra divulgación prevé que el sistema de accionamiento en una estación de trabajo se pueda conectar a un accionamiento externo para accionar el sistema de accionamiento. Esto permite que la construcción del encofrado sea lo más sencilla posible, ya que no es necesario introducir el accionamiento dentro del encofrado.

Otra divulgación prevé que el sistema de accionamiento sea un sistema hidráulico con al menos un circuito hidráulico, presentando el sistema de accionamiento al menos un cilindro hidráulico como actuador, que está conectado al circuito hidráulico. De esta manera es más fácil proporcionar tanto movimiento como sujeción con fuerzas suficientes.

30 Otra divulgación prevé que el circuito hidráulico presente un elemento de bloqueo para mantener la presión en el circuito hidráulico, que es preferiblemente una válvula de carga. Además, es ventajoso que el circuito hidráulico presente un elemento para compensar un cambio de presión y/o un cambio de volumen en el circuito hidráulico, que es preferiblemente un cilindro ciego o un acumulador de diafragma. Además, es ventajoso que el circuito hidráulico presente al menos un elemento de conexión para conectar de forma desmontable el circuito hidráulico a una unidad hidráulica como accionamiento externo del sistema de accionamiento en una estación de trabajo. Además, se ha previsto de forma ventajosa que los distintos cilindros hidráulicos estén conectados entre sí mediante válvulas de secuencia de presión, lo que permite controlar fácilmente la secuencia de los distintos pasos de apertura y/o cierre del encofrado. Un circuito hidráulico puede ser proporcionado fácilmente por al menos uno de los elementos mencionados anteriormente.

40 Otra divulgación prevé que el sistema de accionamiento sea un accionamiento mecánico como actuador, preferiblemente un accionamiento de husillo. Es ventajoso que el accionamiento mecánico esté diseñado con autobloqueo o esté provisto de un elemento de bloqueo. Además, resulta ventajoso que el accionamiento mecánico presente un elemento de conexión para la conexión desmontable a un accionamiento giratorio externo, por ejemplo, una llave dinamométrica, como accionamiento externo del sistema de accionamiento en una estación de trabajo.

45 Otra divulgación prevé que en el encofrado esté previsto de forma pivotante al menos un elemento de cubierta, que puede estar dispuesto en el lado superior de la bandeja de hormigón y cubre al menos parcialmente el lado superior. Es ventajoso que el elemento de cubierta se pueda girar entre una posición abierta y una posición cerrada con al menos un actuador, por ejemplo, un cilindro hidráulico o un sistema de husillo, que mantiene preferiblemente el elemento de cubierta en la posición respectiva. También es ventajoso que el actuador esté conectado al sistema de accionamiento descrito anteriormente.

50 Otra divulgación prevé que el elemento de cubierta presente un elemento de bloqueo que bloquea el elemento de cubierta en la posición cerrada con respecto al encofrado.

La invención se explica a continuación, con más detalle mediante un ejemplo de realización según la invención con referencia a un dibujo. Se muestra en la:

Figura 1 una vista en planta de una primera forma de realización de una planta de producción,

- Figura 2 una vista espacial de la Figura 1,
 Figura 3 una vista lateral de la Figura 1,
 Figura 4 otra vista espacial de la Figura 1,
 Figura 5 una ampliación de detalle espacial de la Figura 3,
 5 Figura 6 una vista de detalle espacial de la Figura 5,
 Figura 7 una vista espacial de una primera forma de realización de un encofrado,
 Figura 8 una vista de detalle ampliada de la Figura 7,
 Figura 9 una vista espacial de un encofrado abierto,
 Figura 10 una vista en sección a través de un elemento de fijación para la Figura 7,
 10 Figura 11 una vista espacial de una segunda forma de realización de un encofrado en estado cerrado,
 Figura 11a una vista de detalle ampliada de la Figura 11,
 Figura 12 una vista inferior de la Figura 11,
 Figura 12a una vista de detalle ampliada de la Figura 12,
 Figura 12b otra vista de detalle ampliada de la Figura 12,
 15 Figura 13 una vista espacial de una segunda forma de realización de un encofrado en estado abierto,
 Figura 13a una vista de detalle ampliada de la Figura 13,
 Figura 13b Otra vista de detalle ampliada de la Figura 13,
 Figura 14 una vista lateral espacial de la pared lateral del encofrado de las Figuras 11 y 13,
 Figura 15 una vista lateral espacial de la pared frontal del encofrado,
 20 Figura 16 una vista en planta de una segunda forma de realización de una planta de producción,
 Figura 17 una vista espacial de la Figura 16,
 Figura 18 una vista superior de la Figura 16,
 Figura 19 una vista lateral de la Figura 16,
 Figura 20 una vista lateral ampliada parcialmente seccionada de la Figura 19,
 25 Figura 21 otra vista lateral de la Figura 20,
 Figura 22 una vista superior de la Figura 20,
 Figura 23 una vista espacial de una estación de procesamiento,
 Figura 24 una vista en planta de una planta de producción según la invención,
 Figura 25 una vista espacial de la Figura 24, y
 30 Figura 26 una vista detallada ampliada de la Figura 25.

Las Figuras 1 a 23 muestran aspectos útiles para la comprensión de la invención. Las formas de realización mostradas son meramente explicativas y no forman parte de la invención.

Las Figuras 1 a 4 muestran una primera forma de realización de una planta 100 de producción. La planta 100 de producción está diseñada, por ejemplo, como una planta de circulación. La planta de circulación consta de una línea 200 de producción y un túnel 300 de endurecimiento. El túnel 300 de endurecimiento tiene al menos una línea 320 de endurecimiento, tres líneas 320 de endurecimiento mostradas en la Figura 1. La línea 200 de producción y el túnel 300 de endurecimiento o sus líneas 320 de endurecimiento están conectados a un transportador 400 transversal.

La planta 100 de producción tiene un recorrido 110 de transporte. El recorrido 110 de transporte tiene una trayectoria 111 desplazamiento sobre la que se puede mover un medio 112 de transporte. Sobre el medio 112 de transporte se dispone un encofrado 10. Los medios 112 de transporte se mueven a lo largo del recorrido 110 de transporte en la

ES 3 015 142 T3

dirección A de la flecha a través de la línea 200 de producción.

5 Después de pasar por la línea 200 de producción, son alimentados por el transportador 400 transversal en la dirección B de la flecha a las líneas 320 de endurecimiento del túnel 300 de endurecimiento. El transportador 400 transversal también tiene una trayectoria 111 desplazamiento sobre la que se mueven los medios 112 de transporte. Lo mismo se aplica a las líneas 320 de endurecimiento del túnel 300 de endurecimiento.

Después de pasar por el túnel 300 de endurecimiento en la dirección C de la flecha, los medios 112 de transporte son realimentados a la línea 200 de producción por medio del transportador 400 transversal en la dirección D de la flecha. El ciclo entonces se completa.

10 En la dirección A de la flecha, vista de izquierda a derecha en la Figura 1, la línea 200 de producción tiene aquí, a modo de ejemplo, seis estaciones 210 - 260 de trabajo.

En la primera estación 210 de trabajo se abre el encofrado 10 tal y como se explica a continuación.

En la segunda estación 220 de trabajo, el segmento 500 terminado se retira del encofrado 10 por medio de un elemento de elevación (no mostrado).

15 En la tercera estación 230 de trabajo se limpia el encofrado 10 y se prepara para la inserción de elementos de instalación y para el hormigonado. Para este fin, por ejemplo, se aplica un agente desmoldante (aceite de encofrado) a todas las superficies y partes del encofrado que entran en contacto con el hormigón del segmento 500 a producir y que no están destinadas a formar parte del segmento 500.

20 En la cuarta estación 240 de trabajo, el encofrado 10 se equipa con los componentes que forman parte del segmento 500 terminado. Podría tratarse, por ejemplo, de un refuerzo 510, anclajes eléctricos (no mostrados), un revestimiento protector o similar.

Después de la instalación de los componentes integrados, que alternativamente pueden instalarse total o parcialmente en el encofrado 10 en la tercera estación 230 de trabajo después de finalizar la limpieza y preparación, se comprueba el encofrado 10 con los componentes instalados para garantizar que el encofrado 10 esté correctamente ensamblado y los componentes integrados del segmento 500 estén correctamente dispuestos.

25 El encofrado 10 también se puede cargar con los componentes en las estaciones 230, 240 de trabajo.

En la quinta estación 250 de trabajo, si no se ha hecho ya anteriormente, se montan las cubiertas eventuales (no representadas) del encofrado, se prepara el hormigón a verter según la mezcla requerida y en la cantidad necesaria y se vierte en el encofrado 10. A continuación, se compacta el hormigón de la forma habitual. La colocación y compactación se pueden realizar alternativamente hasta colocar la cantidad de hormigón necesaria.

30 En la sexta estación 260 de trabajo se trata la superficie 520 de hormigón del segmento, por ejemplo, se alisa. Antes de alisar, se quitan todas las tapas.

Después de la sexta estación 260 de trabajo en este ejemplo se abandona la línea 200 de producción, transfiriéndose el medio 112 de transporte con el encofrado 10 y el segmento 500 en bruto completamente producido en el mismo al transportador 400 transversal.

35 El número de estaciones de trabajo que se muestra aquí es solo un ejemplo. Es fácilmente posible para un experto en la materia adaptar el número de puestos de trabajo a las necesidades combinando o desacoplando pasos de trabajo individuales.

40 Además, la planta 100 de producción prevé la automatización del trabajo para las primeras cuatro estaciones 210, 220, 230, 240 de trabajo. Para ello se dispone a ambos lados del recorrido 110 de transporte de la línea 200 de producción un recorrido 120 de desplazamiento, que está previsto elevado sobre pilares 121. El recorrido 120 de desplazamiento tiene una pista 122 de desplazamiento, que está prevista a ambos lados de la línea 200 de producción. Las dos pistas 122 de desplazamiento están conectadas por un travesaño 130, que puede desplazarse sobre el recorrido 120 de desplazamiento en la dirección E de la doble flecha. En la parte inferior del travesaño 130 hay dispuesta una base 131 que se puede mover en la dirección F de la flecha doble. El movimiento se realiza aquí, por ejemplo, con un accionamiento 132.

45 Un robot 140 está dispuesto sobre la base 131. El robot 140 tiene brazos 141, articulaciones 142 pivotantes y/o articulaciones 143 rotativas y accionamientos 144. Además, una herramienta 150 está dispuesta en el extremo del robot 140 opuesto a la base 131. La herramienta 150 está diseñada preferiblemente para ser intercambiable de modo que se puedan utilizar diferentes herramientas 150 dependiendo del paso de trabajo a realizar.

50 Debido a la movilidad del travesaño 130 en la dirección E de la flecha doble a lo largo del recorrido 120 de desplazamiento y a la movilidad de la base 131 en la dirección F de la flecha doble a lo largo del travesaño 130, es posible disponer la base 131 del robot 140 en la dirección X, Y por encima de la línea 200 de producción. Además, la estructura del robot 140 permite disponer la herramienta 150 en cualquier punto (X, Y, Z) en el espacio de la línea 200

ES 3 015 142 T3

de producción, de modo que el trabajo sobre o en el encofrado 10 puede ser realizado por el robot 140 con su herramienta 150 utilizando la herramienta 150 correspondiente.

5 Dependiendo de las estaciones 210 - 260 de trabajo, de su disposición y diseño y de los pasos de trabajo a realizar simultáneamente en ellas, es posible prever uno o más, aquí mostrados dos, travesaños 130 y robots 140 en la línea 200 de producción.

10 Las herramientas 150 se pueden guardar en una caja de herramientas (no mostrada) ya sea directamente en el travesaño 130 o en la respectiva estación 210 - 260 de trabajo, de modo que el robot 150, que, por ejemplo, tiene un sistema de conexión de herramientas intercambiable (no mostrado), puede conectarse a una herramienta, sacarla de la respectiva caja, realizar el paso de trabajo, luego devolver la herramienta 150 a la caja después de completar el paso de trabajo y separarse de ella.

15 Una primera forma de realización del encofrado 10 (véanse las Fig. 5 a 10) está dispuesta, por ejemplo, encima de un zócalo 11 del medio 112 de transporte. El encofrado en sí tiene una base 12 con la que se puede disponer sobre el zócalo 11. Por encima de la base se dispone un espacio 17 interior a modo de bandeja de hormigón, que está formado por un suelo 16 y unas paredes interiores de las paredes 15 frontales y de las paredes 14 laterales. En esta bandeja de hormigón o en este espacio 17 interior se colocan los elementos empotrados y el hormigón.

20 En esta realización, la base 12 está conectada de manera pivotante y no restrictiva a dos paredes 14 laterales del encofrado 10 a través de conexiones 13 pivotantes. Además, el encofrado 10 tiene dos paredes 15 frontales. En el encofrado 10 mostrado en las Figuras 5 a 10, las paredes 15 frontales están firmemente conectadas a la base 12. También es posible aquí que las paredes 15 frontales estén unidas de forma pivotante a la base 12 mediante conexiones articuladas.

25 En la forma de realización mostrada en las Figuras 5 a 10, las paredes 14 laterales están conectadas a la base 12 y a las paredes 15 frontales mediante conexiones roscadas. Una conexión roscada de este tipo se muestra en sección en la Figura 10. Tiene un tornillo 19 que se enrosca en un elemento 20 de rosca que está dispuesto en la base 12 o, por ejemplo, en la pared 15 frontal. El tornillo 19 se introduce en un manguito 21 que está fijado, por ejemplo, a la pared 14 lateral por encima de una apertura pasante (no representada). El manguito 21 presenta una sección 22 de resorte en la que va dispuesto un resorte 23.

Si el elemento 20 de rosca y el manguito 21 están dispuestos alineados uno sobre el otro, por ejemplo, si la pared 14 lateral está dispuesta contra la pared 15 frontal y la base 12, el tornillo 19 se puede atornillar en el elemento 20 de rosca y bloquear así la pared 14 lateral contra la base 12 y/o la pared 15 frontal.

30 Para ello se prevé un sistema de accionamiento que permite el movimiento de las paredes 14 laterales contra la base 12 y/o las paredes 15 frontales o alternativamente el suelo 16. Por ejemplo, esto puede ser un sistema de husillo como un accionamiento mecánico que, cuando se acciona, mueve las paredes 14 laterales alrededor de la conexión 13 pivotante en la dirección G de la flecha doble, ya sea alejándose o acercándose a la base 12 y las paredes 15 frontales y el suelo 16. Alternativamente se pueden utilizar otros sistemas de accionamiento como cilindros hidráulicos. En una segunda forma de realización se explica otro ejemplo de realización con un sistema de accionamiento hidráulico, si bien también se puede utilizar alternativamente en el primer ejemplo de realización.

35 Si se utiliza un sistema de accionamiento mecánico, se puede diseñar para que sea autoblocante de modo que no sean necesarias conexiones roscadas para sujetar las paredes 14 laterales contra el suelo 16 y las paredes 15 laterales. Alternativa o adicionalmente, se puede utilizar un elemento de bloqueo (no mostrado) para asegurar la sujeción impidiendo el movimiento inverso del accionamiento del husillo.

40 En una forma de realización preferida, el husillo central también puede accionarse con una herramienta adecuada, preferiblemente la misma herramienta con la que se aflojan y aprietan los tornillos 19. Las Figuras 7, 8 y 9 muestran un elemento 24 de varilla que puede ser movido por el husillo central en la dirección H de la flecha doble.

45 El tornillo 19 se enrosca en el elemento 20 de rosca contra el elemento 23 de resorte o, al desenroscarlo, el elemento 23 de resorte presiona el tornillo 19 hacia fuera para que se mueva más fácilmente fuera del elemento 20 de rosca al desenroscarlo.

Esto permite de forma sencilla que cuando se utiliza una llave dinamométrica como herramienta 150 en el robot 140, este pueda desenroscar el tornillo 19 del elemento 20 de rosca de manera que este se suelte de forma segura sin que la llave dinamométrica tenga que ejercer una fuerza de tracción sobre el tornillo 19.

50 Además, el encofrado 10 presenta en la zona de los tornillos 19 aperturas 25 de enganche, en las que encaja un elemento 151 de transmisión de par para crear la herramienta 150 o para aliviar al robot 140, que de otro modo tendría que transmitir el par correspondientemente.

55 Además de la llave dinamométrica, pueden existir otras herramientas, que no son exhaustivas y se enumeran solo como ejemplos y no se muestran: cepillo, cepillo giratorio, boquilla para dispensar aire, agua o productos químicos, escáner, dispositivos de medición óptica, rodillos.

ES 3 015 142 T3

Una segunda forma de realización del encofrado 10 se muestra en las Fig. 11 a 15.

El encofrado 10 dispone de un espacio 17 interior para alojar el refuerzo, los elementos de montaje y el hormigón para la fabricación del segmento 500 de hormigón. Este está formado por un suelo 16 y los lados interiores de las paredes 14 laterales y las paredes 15 frontales. El suelo 16 está dispuesto sobre una base 12.

5 Las paredes 14 laterales y las paredes 15 frontales están fijadas a la base a través de una conexión 13, 26 pivotante. La conexión 13, 26 pivotante está conectada a la pared 14 lateral o a la pared 15 frontal a través de un elemento 27 de conexión. A través de los elementos 27 de conexión, las paredes 14 laterales y las paredes 15 frontales pivotan alrededor de un punto 28 de giro, de modo que las paredes 14 laterales y las paredes 15 frontales se liberan del suelo 16 y pivotan hacia fuera, como se muestra en la Figura 13. El pivote se produce en la dirección I de la doble flecha.

10 La base 12 tiene un bastidor 28 inferior sobre el que, entre otras cosas, está dispuesto un chasis, que aquí tiene, por ejemplo, ruedas 29. Como alternativa, el bastidor 28 también puede estar dispuesto sobre un elemento 112 de transporte para desplazarse a lo largo de una línea de producción, o bien el propio recorrido de desplazamiento de la línea de producción presenta rodillos sobre los que se puede mover el encofrado 10.

15 En un espacio 30 interior de la base 12 se han dispuesto elementos 31 de base y actuadores 32, aquí preferiblemente en forma de cilindros hidráulicos, que están conectados fijamente al elemento 31 de base. Un elemento 33 de movimiento del actuador 32, aquí, por ejemplo, un vástago de pistón, está conectado al elemento 27 de conexión. Al mover linealmente el elemento 33 de movimiento del actuador 32, el elemento 27 de conexión es movido por una pared 34 lateral de la base 12 en la dirección H de la flecha doble. Al mismo tiempo se gira alrededor del punto 38 de giro de manera que la pared 14 lateral se aleja del espacio 17 interior o del suelo 16 de manera que el encofrado 10 se abre con respecto a las paredes 14 laterales.

20 Para abrir las paredes 15 frontales, que también están conectadas a la base 12 a través de un elemento 27 de conexión con una conexión 26 pivotante que presenta un punto 38 de giro, está previsto al menos un actuador 35, aquí, por ejemplo, un cilindro hidráulico. Este se puede disponer de forma similar al actuador 32 descrito anteriormente en conexión con el elemento 31 de base en el espacio 30 interior. Alternativamente, el actuador 35 está dispuesto en la pared 14 lateral a través de una conexión 36. En la conexión 36, el actuador 35 está dispuesto para girar alrededor de un primer eje 37 y al mismo tiempo para girar alrededor de un segundo eje 39, de modo que cuando la pared 15 frontal está abierta, el actuador 35 puede pivotar junto con la pared 14 lateral al abrirla.

25 Lo mismo se aplica a la conexión 40 con la que el actuador 35 está conectado a la pared 15 frontal. El actuador 35 tiene un elemento 41 de movimiento, aquí, por ejemplo, un vástago de pistón, que se puede mover fuera del actuador 35 en la dirección H de la flecha doble para girar la pared 15 frontal alrededor del punto 38 de giro en la conexión 26 pivotante en la dirección I de la flecha doble.

30 Una esquina 46 del espacio 17 interior está formada por el contacto de un lado 42 exterior de una pared 15 frontal con un lado 43 exterior de una pared 14 lateral. Además, en el lado 42 exterior de la pared 15 frontal y correspondientemente en el lado 43 exterior de la pared 14 lateral se proporcionan unos elementos 44, 45 de enganche macho y hembra, que enganchan entre sí cuando el encofrado está cerrado. Aquí, el elemento 45 de enganche macho está dispuesto preferiblemente en la pared 15 frontal y el elemento 44 de enganche hembra en la pared 14 lateral, de modo que el elemento 45 de enganche macho evita el movimiento de la pared 14 lateral cuando la pared 15 frontal está cerrada. Al apretar y sujetar el elemento 41 de movimiento del activador 35, la pared 15 frontal se presiona en su extremo 42 exterior sobre la pared 14 lateral en su extremo 43 exterior. Al mismo tiempo, el elemento 45 de enganche macho engancha el elemento 44 de enganche hembra y de ese modo se bloquea adicionalmente para atraer y sujetar el elemento 33 de movimiento del actuador 32 de modo que la pared 14 lateral no se pueda separar del suelo 16 mientras la pared 15 frontal descansa contra el suelo 16. Al apretar y sujetar el elemento 41 de movimiento del activador 35 en el extremo 42 exterior, preferiblemente en conjunción con los elementos 44, 45 de enganche, se evita de manera eficaz y sencilla una apertura de las esquinas 46 formadas entre las paredes 14 laterales y las paredes 15 frontales.

35 El desprendimiento de las paredes 14 laterales y de las paredes 15 frontales del suelo 16, por ejemplo, debido a la deformación de carga provocada por el hormigón introducido, se evita distribuyendo las conexiones 13, 26 pivotantes a lo largo de las paredes 34, 47 laterales de la base 12.

40 Además, el encofrado 10 tiene dos cubiertas 50 que están unidas a la base 12 y que se cierran, como se muestra en la Figura 11, o se abren, como se muestra en las Figuras 13 y 14, durante el proceso de fabricación del segmento 500 de hormigón.

45 Las cubiertas 50 pueden pivotar en la dirección J de la flecha doble entre la posición cerrada en el espacio 17 interior y la posición abierta. Sirven para cerrar el encofrado 10 o su espacio 17 interior hacia arriba cuando se vierte el hormigón en el espacio 17 interior. En la fabricación de segmentos se conocen encofrados 10 con cubiertas parciales, como las cubiertas 50 mostradas aquí en la segunda forma de realización del encofrado 10, o sin cubierta 50, como es el caso, a modo de ejemplo, en la primera forma de realización. Las zonas descubiertas se cierran con una cubierta antes de rellenar el encofrado 10 con hormigón, quedando aún zonas abiertas por donde se vierte después el hormigón en el espacio 17 interior. Estas cubiertas adicionales se instalan antes o en la estación de trabajo de hormigonado.

- Si, como en el segundo ejemplo de realización, en el encofrado 10 se disponen cubiertas 50 que se pueden mover entre una posición abierta y una cerrada, estas se cierran en el interior o delante de la estación de trabajo de hormigonado. Después del hormigonado, las cubiertas se retiran o se abren de nuevo para procesar la superficie 52 del segmento de hormigón en bruto en una estación de trabajo adicional correspondiente/en un paso de trabajo adicional. Una vez completado este paso, las cubiertas 50 se cierran nuevamente. Los encofrados 10 con las cubiertas cerradas 50 se alimentan luego a la estación de endurecimiento. Dentro de la estación de endurecimiento, las cubiertas 50 permanecen cerradas correspondientemente. Una vez finalizado el endurecimiento, se abren las cubiertas 50. A continuación, se abren también las paredes 14 laterales y las paredes 15 frontales en el orden necesario. A continuación, se puede retirar el segmento 500 de hormigón preendurecido.
- Después de retirar el segmento 500 de hormigón, el encofrado 10 se limpia adecuadamente y se prepara para la producción de un nuevo segmento 500 de hormigón, como se describió anteriormente. Dependiendo de las opciones de transporte, las paredes 14 laterales, las paredes 15 frontales y la cubierta 50 están cerradas o permanecen en estado abierto. En la estación de limpieza, puede ser necesario abrir nuevamente las cubiertas 50, las paredes 15 frontales y las paredes 14 laterales para poder realizar una limpieza completa. Después de la limpieza se cierran las paredes 14 laterales y las paredes frontales 15. El espacio 17 interior se equipa entonces con refuerzos adecuados y componentes integrados. Una vez completado esto, el encofrado 10 se prepara para el hormigonado como se ha descrito anteriormente.
- Las cubiertas 50 están provistas de elementos 51 de conexión que están conectados a la base 12 a través de una conexión 52 pivotante. La conexión 52 pivotante está dispuesta de forma giratoria sobre un elemento 53 saliente. Se proporciona un actuador 54 que está conectado a la base 12 paralelo al elemento 53 saliente. El elemento 51 de conexión se extiende más allá de la conexión 52 pivotante. El elemento 55 de movimiento del actuador 54 actúa entonces sobre esta parte del elemento 51 de conexión. Al extender y retraer el elemento 55 de movimiento, la cubierta 50 gira en la dirección J de la flecha doble alrededor del punto 38 de giro situado en la conexión 52 pivotante. Para garantizar una mejor apertura y cierre o bien la ejecución del movimiento pivotante en la dirección J de la flecha, se prevén elementos 56 de resorte como soporte.
- El actuador 54 es preferiblemente un cilindro hidráulico. El elemento 55 de movimiento representa el vástago del pistón del cilindro hidráulico. El actuador 54 no solo abre y cierra la cubierta 50, sino que también la mantiene en la posición correspondiente.
- Además, para fijar la cubierta 50 se han previsto elementos 57 de fijación, que están provistos de un actuador 58 que presenta un elemento 59 de movimiento. El elemento 59 de movimiento está conectado a un elemento 60 de bloqueo que se puede mover, preferiblemente pivotar, entre una posición de bloqueo y una posición libre extendiendo y retrayendo el elemento 59 de movimiento. En las paredes 14 laterales y en las paredes 15 frontales se han previsto aperturas 61 de enganche para el bloqueo, en las que encaja el elemento 60 de bloqueo para su bloqueo. El bloqueo se produce, por ejemplo, durante el endurecimiento.
- Para controlar los actuadores del encofrado 10, si estos están diseñados como cilindros hidráulicos, estos forman parte de un circuito hidráulico. Los actuadores se denominarán en adelante cilindros hidráulicos. Aquí, los cilindros 32 hidráulicos para abrir y cerrar las paredes laterales y los cilindros 35 hidráulicos para abrir y cerrar las paredes frontales están dispuestos de tal manera que las paredes se cierran cuando el cilindro hidráulico se retrae. Los cilindros 54 hidráulicos de la cubierta 50 y los cilindros 58 hidráulicos para accionar los elementos 60 de bloqueo están dispuestos de tal manera que la cubierta 50 y el elemento 60 de bloqueo se cierran cuando el cilindro hidráulico se retrae.
- En las respectivas estaciones de trabajo en donde se deben accionar los cilindros hidráulicos, el circuito hidráulico está conectado a una unidad hidráulica no mostrada a través de una conexión. La aplicación de la fuerza de retención de los cilindros hidráulicos después del cierre de las paredes 14 laterales y de las paredes 15 frontales, así como después del cierre de las cubiertas 50 y de los elementos 60 de bloqueo, debe conservarse después de desconectar el circuito hidráulico del encofrado 10 de la unidad de accionamiento.
- Las fuerzas de cierre necesarias se mantienen mediante válvulas de retención de carga (no mostradas) integradas en el circuito hidráulico. Las válvulas de retención de carga garantizan que el fluido hidráulico introducido en el cilindro hidráulico no pueda volver a salir de este cuando la unidad hidráulica ya no suministra fluido hidráulico al circuito hidráulico, permaneciendo constante la presión en la superficie del pistón del cilindro hidráulico.
- Para contrarrestar las fluctuaciones de presión/cambios de volumen en el circuito hidráulico, por ejemplo, debidos a cambios de temperatura en la planta de endurecimiento, se proporcionan elementos de compensación en puntos apropiados del circuito hidráulico. Estos pueden ser, por ejemplo, acumuladores de diafragma o cilindros ciegos.
- Los cilindros que se alimentan primero con fluido hidráulico determinan la secuencia de control necesaria. Se pueden proporcionar elementos de bloqueo conmutables entre los cilindros individuales para controlar la secuencia de los movimientos individuales. Preferiblemente se trata de válvulas de secuencia de presión.
- A continuación, se explica con más detalle un método utilizando la divulgación mostrada como ejemplo.
- En la primera estación 210 de trabajo, el encofrado 10 se introduce en la línea 200 de producción mediante los medios

ES 3 015 142 T3

112 de transporte desde el transportador 400 transversal. En este momento, el segmento 500 preendurecido se encuentra en el encofrado 10. El encofrado 10 está cerrado y las paredes 14 laterales y/o las paredes 15 frontales están atornilladas entre sí. Además, los elementos de cubierta (no mostrados) todavía pueden estar en la posición cerrada en este momento.

- 5 El encofrado 10 se coloca con precisión en la primera estación 210 de trabajo. Al mismo tiempo se escanean y registran preferiblemente el encofrado y/o el segmento. Para ello se evalúan, por ejemplo, etiquetas o chips RFID utilizando herramientas adecuadas.

Los datos obtenidos se introducen en un sistema de tratamiento de datos.

- 10 Al mismo tiempo, en base a estos datos, por ejemplo, un controlador lógico programable selecciona el paso de trabajo necesario y los comandos de control correspondientes se transmiten al robot 140 para seleccionar la herramienta correspondiente requerida para este propósito y para llevar a cabo el paso de trabajo.

- 15 En la primera estación 210 de trabajo, esto sería, por ejemplo, si fuera necesario, desenroscar la cubierta o abrirla aflojando las conexiones roscadas o las conexiones de abrazadera, retirar los componentes 26 de hormigón, en particular desenroscándolos, aflojar las conexiones de esquina entre las paredes 15 frontales y las paredes 14 laterales, por ejemplo, aflojando la conexión 18 roscada desatornillando el tornillo 19 usando la herramienta 150, en este caso una llave dinamométrica, o aflojar una conexión de abrazadera, abrir las paredes 15 frontales y/o las paredes 14 laterales, por ejemplo, pivotando alrededor de la conexión 13 pivotante, por ejemplo, con un accionamiento del tipo de un husillo central o cilindros hidráulicos.

- 20 Una vez completado el paso de trabajo, se puede realizar un proceso de escaneo para determinar si el paso de trabajo se llevó a cabo y se completó adecuadamente, por ejemplo, midiendo las distancias entre las paredes 14 laterales y/o las paredes 15 frontales.

Los datos correspondientes determinados de esta manera se transmiten, por ejemplo, de vuelta al sistema de procesamiento de datos, el cual, después de comprobar los parámetros correspondientes, da su aprobación para su posterior transporte a la siguiente estación de trabajo.

- 25 En el estado cerrado, por ejemplo, el encofrado está abierto después de la estación 210 de trabajo.

La extracción del segmento 500 del encofrado 10 podría tener lugar ya en la primera estación 210 de trabajo, en caso necesario, integrada en el sistema de control y también controlada por este. Para este fin, se podría proporcionar una grúa (no mostrada) con una unidad de elevación correspondiente (no mostrada) para retirar el segmento 500 del encofrado 10.

- 30 Como alternativa, como se ha previsto aquí, este paso se lleva a cabo en la segunda estación 220 de trabajo. Después de la transferencia de posición precisa, que se lleva a cabo entre todas las estaciones de trabajo, por ejemplo, a través del sistema de datos en combinación con el controlador lógico programable, el encofrado 10 se encuentra en la posición exacta en la segunda estación 220 de trabajo. También en este caso se reconocen y registran el encofrado y/o el segmento 500. Como ya se ha descrito anteriormente, el segmento 500 preendurecido se retira ahora del encofrado 10, por ejemplo, para iniciar los pasos siguientes, como, por ejemplo, el traslado del segmento 500 preendurecido a un almacén de endurecimiento.

- 35 A continuación, se podrá realizar de nuevo una comprobación correspondiente. Estos datos también se transmiten al sistema de datos. Después de la inspección y liberación, el encofrado 10, que aquí todavía está presente como encofrado abierto, se transporta a la tercera estación 230 de trabajo. En estos momentos el encofrado 10 se encuentra vacío, abierto y sin limpiar.

40 El encofrado 10 también se coloca con precisión en la tercera estación 230 de trabajo. Además, aquí también se puede reconocer de forma correspondiente el encofrado 10. En caso necesario, en este momento también se puede realizar una evaluación del estado del encofrado 10, en particular en lo que se refiere a las posiciones y los ángulos de apertura de las paredes 14, 15 individuales.

- 45 En base a estos datos, el controlador lógico programable transmite la información y las instrucciones de trabajo correspondientes al robot 140.

El travesaño 130 y/o la base 131 del robot 140 se desplazan hasta los puntos de aproximación requeridos. Además, el robot 140 está equipado con la herramienta 150 correspondiente, por ejemplo, conectándose el robot 140 a la herramienta 140 correspondiente en un lugar de almacenamiento y retirándola de él.

- 50 A continuación, se ejecuta el paso de trabajo correspondiente, pudiéndose superponer los movimientos del travesaño, de la base y de los componentes del robot 140 para ejecutar el paso de trabajo correspondiente. A menos que se requiera lo contrario, los movimientos mencionados anteriormente también pueden omitirse con fines de optimización.

En la tercera estación 230 de trabajo ahora se limpia el encofrado 10 abierto y se preparan las superficies del encofrado 10 que posteriormente entrarán en contacto con el hormigón, como el suelo 16, las superficies internas de las paredes

ES 3 015 142 T3

14 laterales, las paredes 15 frontales, y los componentes 26 de hormigón, aplicando un agente desmoldante, como aceite para encofrados.

Para ello se utiliza como herramienta una boquilla de alta presión para pulverizar o soplar las piezas del encofrado y/o un cepillo para su limpieza. El orden debe seleccionarse según los requisitos.

5 Además, las piezas moldeadas también se pueden soplar con aire comprimido a través de una boquilla.

Lo mismo se aplica a cualquier cubierta que pueda estar presente y en particular a los huecos en donde posteriormente se insertarán componentes como juntas, tacos de montaje u otras piezas de plástico.

Una vez finalizada la limpieza, se puede realizar nuevamente un escaneo para verificar la calidad de la limpieza.

10 Para ello se selecciona, por ejemplo, una herramienta óptica que determina el grado de limpieza basándose en reflexiones o similares. Los datos correspondientes se transmiten luego al sistema de procesamiento de datos y al sistema de control.

A continuación, se introduce el agente desmoldante en el encofrado mediante una herramienta adecuada, como una boquilla, y se realiza una inspección adicional si es necesario.

15 Alternativamente, se puede cerrar primero el encofrado antes de agregar el agente desmoldante. Para ello, en la presente forma de realización, las paredes 15 frontales y/o las paredes 14 laterales se llevan a una posición cerrada, por ejemplo, mediante un accionamiento, aquí, por ejemplo, un husillo central que es accionado por la llave dinamométrica. A continuación, se atornillan las uniones 18 roscadas entre sí, por ejemplo, colocando una tuerca 152 correspondiente en la cabeza 27 del tornillo 19 y atornillándola en el elemento 20 de rosca contra el elemento 23 de resorte.

20 Una vez finalizadas las operaciones de atornillado, se puede comprobar de nuevo el estado principal mediante una unidad de escaneo. Alternativamente, también es posible dividir el paso de limpieza y preparación y el paso de cierre del encofrado 10 con respecto a los puestos de trabajo.

Una vez finalizados los pasos de trabajo en la tercera estación 230 de trabajo, se limpia el encofrado 10, se aplica el agente desmoldante adecuado y se cierra el encofrado en consecuencia.

25 Además, los componentes 26 de hormigón también pueden haber sido desplazados hacia el espacio 17 interior del encofrado 10, por ejemplo, tanto en cuanto se desplazan a causa del atornillado con la llave dinamométrica como herramienta 150.

En caso necesario, tras finalizar el paso de escaneo correspondiente, se puede dar la autorización para mover el encofrado 10 a la cuarta estación 240 de trabajo.

30 Alternativamente, un empleado puede verificar uno o todos los pasos de trabajo independientemente del sistema y luego pasar manualmente las aprobaciones al sistema.

35 A continuación, el encofrado 10 se coloca con precisión en la cuarta estación 240 de trabajo. Si es necesario, el encofrado será reconocido nuevamente. Además, en el encofrado preparado se introducen los componentes que deben integrarse en el segmento 500 que se va a fabricar a continuación. Para este fin se seleccionan herramientas 150 específicas. El movimiento del robot 140 y de la herramienta 150 se lleva a cabo nuevamente mediante una combinación de los pasos posibles de mover el travesaño 130, la base 131 con relación al travesaño 130 y el accionamiento controlado correspondiente de los brazos 141, las juntas 142, 143 pivotantes y giratorias y los accionamientos 144 asociados.

40 Por ejemplo, en el encofrado 10 se pueden introducir elementos de protección prefabricados, juntas de borde, componentes de plástico, tacos de montaje, elementos de drenaje, sensores de temperatura, sensores de humedad o similares.

45 Como herramienta 150 para este fin se conectan al robot 140 unas pinzas correspondientes. El robot 140 coloca los elementos de instalación correspondientes según las posiciones almacenadas en el sistema de datos, para lo cual recibe los datos de control correspondientes del controlador lógico programable. Además, se introducen una jaula 151 de refuerzo u otros elementos de refuerzo en el encofrado 10 ya sea manualmente o de forma controlada, por ejemplo, mediante una grúa (no mostrada).

La introducción puede luego comprobarse mediante un elemento de inspección apropiado.

Además, se pueden fijar y/o cerrar elementos de cubierta. Además, si es necesario, se puede comprobar de nuevo la correcta disposición de las paredes 14 laterales y/o de las paredes 15 frontales.

50 Después de la inspección y aprobación, el encofrado 10 completamente preparado se transfiere a la quinta estación 250 de trabajo para verter el hormigón en el encofrado 10 preparado.

ES 3 015 142 T3

En la quinta estación 250 de trabajo se vuelve a posicionar con precisión el encofrado 10 y, en caso necesario, se fija como se ha descrito anteriormente. Además, en función del segmento 500 a construir, se preparan adecuadamente la composición y la cantidad de hormigón. Esto se hace preferiblemente basándose en los datos del sistema de procesamiento de datos en combinación con el controlador lógico programable.

5 Además, para poder determinar el tiempo de endurecimiento adecuado, por ejemplo, es útil registrar parámetros adicionales durante el hormigonado, como la temperatura y la humedad. Estos datos se pueden utilizar luego junto con los datos relativos a la composición y cantidad del hormigón para controlar los pasos de trabajo a lo largo de la línea 320 de endurecimiento.

10 Además, en la quinta estación 250 de trabajo se puede realizar la compactación del hormigón en el encofrado 10 de forma conocida.

Dependiendo de los requisitos, también se puede tratar la superficie del segmento sacudido 500 y quitar las cubiertas.

Además, aquí se puede realizar de nuevo un paso de verificación correspondiente. Si el resultado es positivo, tal y como se ha descrito anteriormente, el encofrado relleno 10 se puede trasladar entonces a la sexta estación 260 de trabajo.

15 Después de la colocación adecuada y, si es necesario, el escaneo o registro del encofrado y/o del segmento ahora relleno, la superficie de hormigón del segmento 500 se alisa ya sea en la zona no cerrada por las cubiertas o en toda la superficie, por ejemplo, al abrir o retirar las cubiertas. Esto también se puede hacer de forma automática, por ejemplo. Para este fin se puede utilizar, por ejemplo, un sistema de robot móvil descrito anteriormente con herramientas adecuadas.

20 Después de la inspección y aprobación, el encofrado 10 con el segmento 500 en bruto contenido en el mismo se alimenta a una línea 320 de endurecimiento del túnel 300 de endurecimiento, por ejemplo, a través del transportador 400 transversal. Después de pasar de forma controlada por el túnel 300 de endurecimiento, el encofrado 10 con el segmento 500 preendurecido se alimenta, por ejemplo, con otro transportador 400 transversal a la primera estación 210 de trabajo de la línea 200 de producción.

25 Para el experto en la materia está claro que, dependiendo de los requerimientos específicos del proyecto, se pueden omitir, agregar, reorganizar o distribuir puestos de trabajo y/o pasos de trabajo. También es posible que los pasos de trabajo mencionados anteriormente se lleven a cabo en una sola estación de trabajo o en más o menos estaciones de trabajo que las descritas.

30 El control del método anteriormente descrito o de la planta 100 de producción se realiza como se ha descrito mediante un controlador lógico programable en donde se almacenan o procesan los pasos de trabajo correspondientes y las posiciones asociadas del robot 140 y de las respectivas herramientas 150. Esto se combina con un sistema de procesamiento de datos/sistema de almacenamiento de datos correspondiente en donde se almacenan los parámetros correspondientes o se añaden los datos correspondientes de los sensores o herramientas de registro y se ponen a disposición del sistema de control para llevar a cabo los pasos de trabajo individuales.

35 Con la planta 100 de producción descrita anteriormente y el método descrito en combinación con el sistema de control descrito, es posible aumentar la seguridad laboral. Además, se puede ahorrar material, tanto en cuanto los materiales se utilizan de forma precisa y consistente. Además, es posible alcanzar y mantener un nivel de calidad alto y constante. Además, se puede documentar el proceso de fabricación para cada segmento individual con los datos de inspección correspondientes. Junto con el marcado de los segmentos individuales, también es posible documentar el proceso de fabricación correspondiente para cada elemento individual en el túnel terminado. Además, es posible mejorar fácilmente de forma continua el proceso y la planta 100 de producción mediante modificaciones del sistema de control y de las herramientas o permitiendo que los componentes individuales se puedan reutilizar una vez finalizado el proyecto de construcción del túnel.

45 Las Figuras 16 a 22 muestran una forma de realización de una planta 100 de producción. La planta 100 de producción está diseñada, por ejemplo, como una planta de circulación. Delante de la planta de producción se encuentra una planta para la producción de jaulas 600 de refuerzo, llevándose a cabo el trabajo para fabricar los refuerzos para los segmentos 500 de forma automática, por ejemplo, mediante robots de soldadura. Las jaulas de refuerzo terminadas se almacenan temporalmente en un almacén 700 de jaulas de refuerzo para garantizar que la producción de segmentos de la planta 100 de producción esté desvinculada de los problemas de entrega y calidad de la producción de jaulas de refuerzo externas. A la planta 100 de producción está conectada un almacén para los segmentos de hormigón terminados, en donde mediante un almacenamiento temporal alcanzan su dureza final para su instalación en el túnel. La planta 100 de producción también tiene una planta 300 de endurecimiento.

50 La planta 100 de producción tiene varias líneas 201, 202, 203 de producción. En este ejemplo de realización, cada 201, 202, 203 línea de producción individual está provista de un recorrido 110 de transporte. El recorrido 110 de transporte presenta una trayectoria 111 de desplazamiento, aquí en forma de raíles, sobre los que se puede mover el encofrado 10, por ejemplo, con ruedas 29.

55 Las líneas 201, 202, 203 de producción presentan cada una de ellas estaciones 210, 220, 230, 240, 250, 260 de

5 trabajo como se ha descrito anteriormente, combinándose en este caso las estaciones 210 (apertura del encofrado) y 220 (retirada del segmento 500) de trabajo. También se disponen en paralelo las estaciones 230 de trabajo, en las que se realiza la limpieza y preparación del encofrado 10 para recibir los nuevos refuerzos y los componentes integrados. También se disponen en paralelo las estaciones 240 de trabajo, donde se introduce el refuerzo procedente del almacén 700 de refuerzos. A esta estación le sigue la estación 250 de hormigonado de los segmentos 500 en el encofrado 10. El hormigón se suministra desde una planta 900 de hormigón.

10 A continuación, se dispone una estación 260 de alisado para alisar la superficie de los segmentos 500. También se prevé la construcción paralela de estaciones 260. Aguas abajo de las líneas 201, 202, 203 de producción se dispone un transportador 400 transversal sobre el que se puede mover un elemento 410 de desplazamiento en la dirección B de la flecha doble. El encofrado 10 puede desplazarse sobre el elemento 410 de desplazamiento para transferirse a un transportador 420 de retorno. Esto se desarrolla en paralelo a las líneas 201, 202 y 203 de producción.

15 La planta de producción dispone así de 15 puestos dentro de las líneas 201, 202, 203 de producción en donde se puede colocar el encofrado 10 para poder realizar con él pasos de trabajo. Como punto de apoyo adicional se puede prever un encofrado 10 en el elemento 410 de desplazamiento. Además, es posible que en el transportador 420 de retorno se puedan situar un total de cinco encofrados 10 más, de modo que en la planta de producción se puedan disponer un total de 20 o 21 encofrados 10 si se tiene en cuenta el elemento de desplazamiento como lugar de almacenamiento.

20 Para retirar un encofrado del transportador 420 de retorno, se prevé otro transportador 430 transversal, sobre el que se puede mover un elemento 440 de desplazamiento en la dirección D de la flecha doble. En el elemento 440 de desplazamiento está previsto un dispositivo 450 de elevación, que se explica a continuación.

25 El transportador 430 transversal está dispuesto delante de una planta 300 de endurecimiento. La planta 300 de endurecimiento está diseñada aquí como un "almacén de gran altura". Aquí se presentan preferiblemente tres niveles 301, 302, 303, que están formados por cámaras 310 de endurecimiento dispuestas una encima de la otra y una al lado de la otra. Según un ejemplo de realización preferido, en la planta 300 de endurecimiento se disponen cámaras de endurecimiento adyacentes, de modo que tres niveles 301, 302, 303 para un total de 39 cámaras de endurecimiento conforman la planta 300 de endurecimiento. Por ejemplo, en la planta descrita anteriormente se pueden alojar de 59 a 60 encofrados 10 en todo su perímetro.

30 Las cámaras 310 de endurecimiento están diseñadas como contenedores. Preferiblemente, las cámaras de endurecimiento 310 están formadas a partir de contenedores estándares. Las cámaras 310 de endurecimiento están dispuestas individualmente o agrupadas en grupos y, de manera especialmente preferible, están provistas de un sistema de control climático (para controlar la temperatura y la humedad, no mostrado). Dependiendo del número de contenedores que se combinen para formar un grupo con temperatura controlada, las paredes laterales, los techos o los suelos de las cámaras 310 de endurecimiento se omiten en consecuencia para garantizar una circulación adecuada de calor y humedad.

35 Las cámaras 310 de endurecimiento individuales pueden estar provistas en cada caso de compuertas que se pueden abrir o cerrar para retirar o añadir el encofrado individual 10 provisto de segmentos 500. Pueden ser, por ejemplo, puertas de láminas u otras puertas que se abren verticalmente. Las puertas no se muestran.

En las cámaras 310 de endurecimiento se disponen, por ejemplo, elementos del recorrido de desplazamiento, como, por ejemplo, raíles, sobre los que se puede mover el encofrado 10.

40 Además, es posible prever disposiciones adicionales de las cámaras 310 de endurecimiento. Por ejemplo, también es posible prever las etapas de endurecimiento una tras otra para crear un túnel de endurecimiento de una o varias plantas.

45 Una ventaja importante de las cámaras de endurecimiento modulares construidas de esta manera es que se pueden prefabricar como elementos estándares, de modo que se pueden entregar preproducidas a una planta 100 de producción de segmentos 500 que se va a construir, de modo que el tiempo de producción de la planta 300 de endurecimiento se reduce significativamente. Además, las cámaras de endurecimiento modulares son reciclables, ya que se pueden desmontar como módulos una vez finalizada la producción de los segmentos, reparar y trasladar a una nueva planta de producción.

50 Otra ventaja es que las cámaras 310 de endurecimiento, cuando están diseñadas como contenedores, se pueden conectar con medios de conexión de contenedores normales para disponer los contenedores uno encima del otro y uno al lado del otro, como, por ejemplo, cierres giratorios o cierres intermedios o similares, de modo que los tiempos de montaje de una planta 300 de endurecimiento se reducen significativamente. Además, estas piezas de conexión estándar están disponibles a bajo coste. También es posible, por ejemplo, asegurar estos contenedores con dispositivos de amarre.

55 Además, la estructura de la planta de producción de la segunda realización está diseñada para ser modular, de modo que los componentes de los puestos de trabajo individuales o de las estaciones de trabajo individuales se pueden prefabricar y transportar como módulos completos. Una vez finalizada la producción de los segmentos, estos se pueden desmontar, reparar y/o transformar en módulos y reutilizar en una planta de producción de nueva construcción.

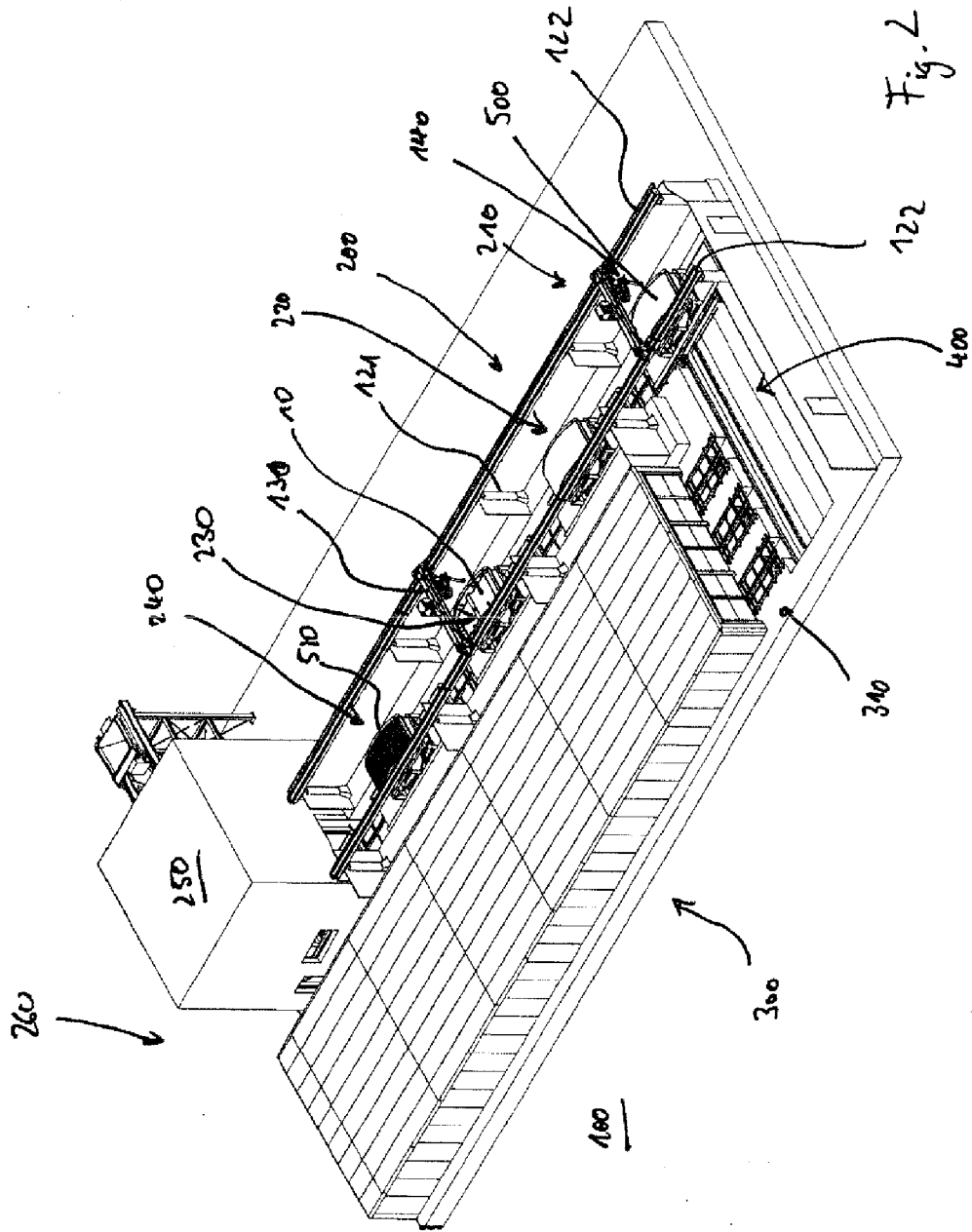
- 5 El elemento 400 de desplazamiento se puede mover en la dirección D de la flecha doble. El elemento 440 de desplazamiento lleva dispuesto un dispositivo 450 de elevación. El dispositivo 450 de elevación tiene una plataforma 460 sobre la que se puede mover un encofrado 10 para poder moverlo hacia abajo desde el transportador 420 de retorno y hacia dentro o hacia fuera de una cámara 310 de endurecimiento correspondiente y luego nuevamente hacia una de las líneas 201, 202, 203 de producción. Esto se muestra, por ejemplo, en las Figuras 17 a 21. La Figura 20 muestra una vista lateral del dispositivo 450 de elevación y la Figura 21 muestra una vista lateral del lado corto del dispositivo 450 de elevación. El movimiento vertical de la plataforma 460 se realiza por medio de medios de accionamiento adecuados, que no se muestran. Lo mismo se aplica, por ejemplo, al mover el encofrado 10 hacia arriba o hacia abajo desde la plataforma 460.
- 10 Las trayectorias 111 de desplazamiento de los recorridos 110 de transporte de las líneas 201, 202, 203 de producción están dotadas cada una de ellas de un accionamiento 113, véanse en particular las Figuras 20 y 22. Este accionamiento permite, por ejemplo, el movimiento del encofrado 10 en las líneas 201, 202, 203 de producción. El transportador 420 de retorno está dotado también de un accionamiento 114 correspondientemente.
- 15 Las estaciones 230 de trabajo dispuestas en paralelo para la limpieza y preparación del encofrado 10 presentan un recorrido 120 de desplazamiento transversal al recorrido 110 de transporte de las líneas 201, 202, 203 de producción para efectuar una automatización de estas estaciones 230 de trabajo. Para ello, recorrido de desplazamiento dispone de dos pistas de desplazamiento paralelas, que están conectadas por un travesaño 130. El travesaño se puede mover en el recorrido 120 de desplazamiento en la dirección E de la flecha doble. Está previsto que las pistas 122 de desplazamiento se eleven sobre pilares 121. El travesaño 130 sirve como recorrido de desplazamiento para una base de un robot 140, como se describió anteriormente. La funcionalidad del robot 140 es acorde. Lo mismo se aplica al cambio de herramientas.
- 20 Preferiblemente, se utiliza una herramienta de cepillo para limpiar y una herramienta de pulverización para aplicar el agente desmoldante. El movimiento del robot 140, el cambio de las herramientas y la disposición de las herramientas se dan como se describió anteriormente. La única diferencia aquí es que el robot 140 sirve a tres estaciones de trabajo idénticas dispuestas en paralelo, con lo que el recorrido 120 de desplazamiento está previsto aquí transversalmente a la línea 201, 202, 203 de producción y no longitudinalmente como se ha descrito anteriormente.
- 25 En la estación 240 de trabajo se dispone una grúa 241 pórtico que se puede mover horizontalmente en las direcciones X e Y. La grúa 241 pórtico puede, por ejemplo, estar diseñada de tal manera que pueda recoger jaulas de refuerzo fuera de la planta de producción, por ejemplo, en el almacén 700 de jaulas de refuerzo, como se muestra en la Figura 16, y luego pueda introducir las jaulas de refuerzo en el espacio 17 interior del respectivo encofrado 10.
- 30 La estación 250 de hormigonado se extiende también transversalmente a las líneas 201, 202, 203 de producción. Dentro de la estación 250 de hormigonado está previsto además un recorrido 120 de desplazamiento, que está dispuesto por encima del encofrado 10. El recorrido 120 de desplazamiento está dividido aquí, por ejemplo, en dos partes, de modo que en un primer nivel se prevé una cubierta automática para cerrar parcialmente el encofrado 10 o para cerrar parcialmente las zonas todavía abiertas del encofrado 10. Por encima se dispone además un dispositivo de vertido de hormigón (no mostrado), que se puede mover a lo largo del recorrido 120 de desplazamiento. El hormigonado del segmento se realiza de forma que, alternativamente, se vierte hormigón en el encofrado 10 y luego el encofrado se deja reposar o vibrar durante un período de tiempo. Dependiendo del paso de producción, la cubierta y la unidad de vertido se colocan entonces encima de los tres encofrados posibles en la estación de hormigonado.
- 35 La Figura 23 muestra las estaciones 260 de trabajo, en las que se muestra un alisado de la superficie del segmento 500 de hormigón en el espacio 17 interior del encofrado 10. El encofrado en sí tiene cubiertas 50 abiertas. Junto al encofrado 10 o en paralelo a la trayectoria 111 desplazamiento hay dispuesto un robot 160, que puede desplazarse sobre una base 161 a lo largo de un recorrido 162 de desplazamiento que discurre paralelo al encofrado 10 o a la trayectoria 111 desplazamiento sobre el suelo. El robot 160 tiene un brazo 163 articulado que está dispuesto de forma giratoria sobre la base 161. En el extremo delantero del brazo 163 articulado se encuentra la herramienta 164 para alisar la superficie del segmento 500 de hormigón. Este puede ser un extractor o un rodillo alisador accionado.
- 40 Para alisar la superficie del segmento 500 de hormigón, la herramienta 164 se coloca sobre la superficie, por ejemplo, en uno de los dos extremos del segmento 500 de hormigón y se mueve dos tercios sobre la superficie. Este movimiento se repite luego desde el otro extremo del segmento 500 de hormigón. Para este fin, el robot 160 se mueve con su base 161 a lo largo del recorrido 162 de desplazamiento correspondientemente. Para garantizar que cada posición respectiva se pueda alcanzar con la fuerza correspondiente de la herramienta 164, el robot 160 o el brazo 163 articulado se controlan como proceda.
- 45 Si es necesario procesar la superficie de segmentos 500 especialmente grandes o se requieren fuerzas de accionamiento más fuertes, dos robots 160 pueden trabajar juntos. Se puede prever un robot 160 en la estación 260 en cada línea 201, 202, 203 de producción o solo parcialmente. Alternativamente, si hay un número impar de líneas de producción, los robots solo se pueden instalar entre dos líneas de producción.
- 50 Las Figuras 24 a 26 muestran una realización de una planta de producción según la invención. Aquí se muestra una planta de producción en funcionamiento independiente. En el lugar 180 se disponen los encofrados 10 uno detrás del

- otro en las filas 181, 182. Es ventajoso que los encofrados se coloquen adyacentes en transversal a las filas. Entre las filas 181, 182, está dispuesto un robot 160, dispuesto en el lugar 180, cuya unidad 162 de recorrido de desplazamiento se extiende a lo largo de las filas 181, 182 y entre ellas. El propio robot 160 está provisto a su vez de un brazo 163 articulado, que puede girar sobre una base 161 que puede moverse a lo largo del recorrido 162 de desplazamiento.
- 5 En el extremo delantero del brazo 163 articulado hay dispuesta una herramienta 164, representada aquí como un cepillo de limpieza. La herramienta se puede cambiar como se describe arriba. La disposición de las herramientas en el encofrado individual o en el propio robot se realiza también como se ha descrito anteriormente. Gracias al diseño del robot, es posible que la herramienta llegue a cualquier punto necesario sobre o dentro del encofrado 10.
- 10 En un sistema estacionario, las estaciones de trabajo descritas anteriormente se realizan como pasos de trabajo sobre los diferentes encofrados en función de su estado de procesamiento. Esto significa que el robot 160, por ejemplo, después de haber limpiado y engrasado un encofrado, se mueve al siguiente encofrado en el que se puede realizar un paso de trabajo. Al mismo tiempo se introduce una jaula de refuerzo en el encofrado recién limpiado, por ejemplo, mediante una grúa de pórtico no representada u otro medio de trabajo.
- 15 En otro momento se puede proceder al hormigonado del encofrado totalmente preparado. A continuación, a un encofrado ya hormigonado se acerca, por ejemplo, otro robot 160 para alisar la superficie del segmento de hormigón y la superficie se alisa, por ejemplo, como se ha descrito anteriormente.
- Si un encofrado se rellena con un segmento crudo terminado cuya superficie 520 ha sido tratada, por ejemplo, después de cerrar la cubierta 50, el encofrado 10 se retira de su ubicación y se alimenta a una planta 130 de endurecimiento. La extracción se puede realizar mediante un dispositivo de elevación no se muestra.
- 20 A continuación, en el lugar ahora libre se coloca un encofrado vacío o un encofrado con un segmento endurecido para, después de abrir el encofrado, limpiar el encofrado vacío o retirar el segmento endurecido como se ha descrito anteriormente.
- 25 Como alternativa, también se puede proporcionar un sistema de portal del tipo descrito anteriormente, por ejemplo, con uno o más travesaños que se extienden sobre ambas filas 181, 182, en cada una de las cuales se ubican uno o más robots 140 móviles del tipo descrito anteriormente para trabajar luego sobre el encofrado 10 desde arriba. Se pueden implementar varias disposiciones posibles de los recorridos 120 de desplazamiento y de los travesaños 130, de modo que uno o varios robots 140 puedan alcanzar y procesar todo el encofrado 10 correspondientemente.
- 30 El proceso de fabricación correspondiente de los segmentos como se ha descrito o reivindicado anteriormente se adapta preferiblemente a los requisitos de las tres formas de realización diferentes de las plantas de producción descritas anteriormente.

REIVINDICACIONES

1. Planta de producción para la fabricación de segmentos (500) de hormigón de un sistema de excavación de túneles, que comprende al menos un encofrado (10) para la fabricación de los segmentos (500) de hormigón, estando la planta de producción prevista como una instalación estacionaria que comprende al menos dos encofrados (10) dispuestos de forma estacionaria, realizándose los pasos de trabajo necesarios para la fabricación de los segmentos (500) de hormigón en cada caso sobre los encofrados (10), y comprendiendo al menos una estación (300) de endurecimiento para el curado del hormigón vertido en el encofrado (10) para la fabricación de los segmentos (500) de hormigón, proporcionándose al menos un robot (140) para llevar a cabo al menos un paso de trabajo en los al menos dos encofrados (10), proporcionándose al menos un recorrido (120) de desplazamiento que se extiende al menos parcialmente a lo largo o transversalmente a los encofrados (10), proporcionándose al menos un elemento (130) de desplazamiento sobre el que está dispuesto el al menos un robot (140) con una base (131), y a través del cual el al menos un robot (140) se puede desplazar al menos parcialmente a lo largo o transversalmente a los al menos dos encofrados (10).
2. Planta de producción según la reivindicación 1, caracterizada por que la base (131) del al menos un robot (140) sobre el al menos un elemento (130) de desplazamiento se puede mover a lo largo del elemento (130) de desplazamiento hacia el interior de la zona del encofrado (10).
3. Planta de producción según la reivindicación 1 o 2, caracterizada por que el recorrido (120, 162) de desplazamiento está dispuesta por encima de los encofrados (10), o al lado de los encofrados (10), o por que el recorrido (120, 162) de desplazamiento presenta en cada caso al menos una pista (122) de desplazamiento a un lado o a ambos lados a lo largo o transversalmente a los encofrados (10).
4. Planta de producción según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada por que el robot (140) tiene una herramienta (150) y está diseñado de manera que la herramienta (150) es móvil y pivotante en el espacio alrededor del encofrado (10), y la herramienta (150) está diseñada de manera que se puede reemplazar en el robot (140).
5. Planta de producción según la reivindicación 4, caracterizada por que la herramienta (150) reemplazable está contenida en un espacio de almacenamiento al que el robot (140) se puede desplazar o que está situado en la zona del encofrado (10).
6. Planta de producción según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada por que la estación (300) de endurecimiento está construida a partir de cámaras (330) de endurecimiento individuales.
7. Planta de producción según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada por que la estación (300) de endurecimiento tiene una pluralidad de planos dispuestos uno encima del otro.
8. Método para la producción de segmentos (500) de hormigón de un sistema de excavación de túneles que comprende al menos dos encofrados (10), con una planta (100) de producción según una de las reivindicaciones 1 a 7, con los siguientes pasos:
1. disponer un encofrado (10) en un lugar de la planta (100) de producción,
 2. en caso necesario, identificar el tipo de encofrado en el lugar,
 3. si es necesario, recoger la herramienta (150) necesaria para que el robot (140) lleva a cabo un paso de trabajo,
 4. desplazar la base (131) del robot (140) a lo largo de un recorrido (120) de desplazamiento y/o un travesaño (131) para la alineación X/Y con una posición requerida para llevar a cabo el paso de trabajo en el lugar en cuestión,
 5. ejecutar y completar el paso de trabajo por medio del robot (140) utilizando la herramienta (150) necesaria para tal fin,
 6. si es necesario, comprobar la finalización del paso de trabajo mediante una herramienta (150) diseñada para ello,
 7. si es necesario, repetir los pasos 3 a 6 para llevar a cabo un paso de trabajo adicional en el lugar en cuestión,
 8. transportar el encofrado (10) a la estación (300) de endurecimiento,
 9. si es necesario, repetir los pasos 3 a 8 para realizar un paso de trabajo en el siguiente encofrado en el siguiente lugar.
9. Método según la reivindicación 8, caracterizado por que la herramienta (150) es una llave dinamométrica, un cepillo, un rodillo, un elemento de medición, una boquilla, un escáner, una pinza o una cámara.
10. Método según una de las reivindicaciones 8 o 9, caracterizado por que la herramienta (150) reemplazable se recupera o se deposita en un espacio de almacenamiento al que el robot (140) puede desplazarse o que está situado en la zona del encofrado (10).

- 5 11. Método según una de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizado por que un paso de trabajo es abrir o cerrar el encofrado (10) o la cubierta del encofrado (10), recuperar el segmento (500) de hormigón, limpiar el encofrado (10), preparar el encofrado (10) para la posterior introducción del hormigón, equipar el encofrado (10) con al menos un elemento (510) del segmento (500) de hormigón, medir el encofrado (10), rellenar el encofrado (10) con hormigón, o tratar la superficie del hormigón introducido en el segmento (500) de hormigón.
12. Método según la reivindicación 11, caracterizado por que el al menos un elemento (510) es una junta, un revestimiento protector, un elemento de refuerzo, un sensor, en particular un sensor de temperatura, un elemento de drenaje, un elemento de plástico y/o un taco de montaje.



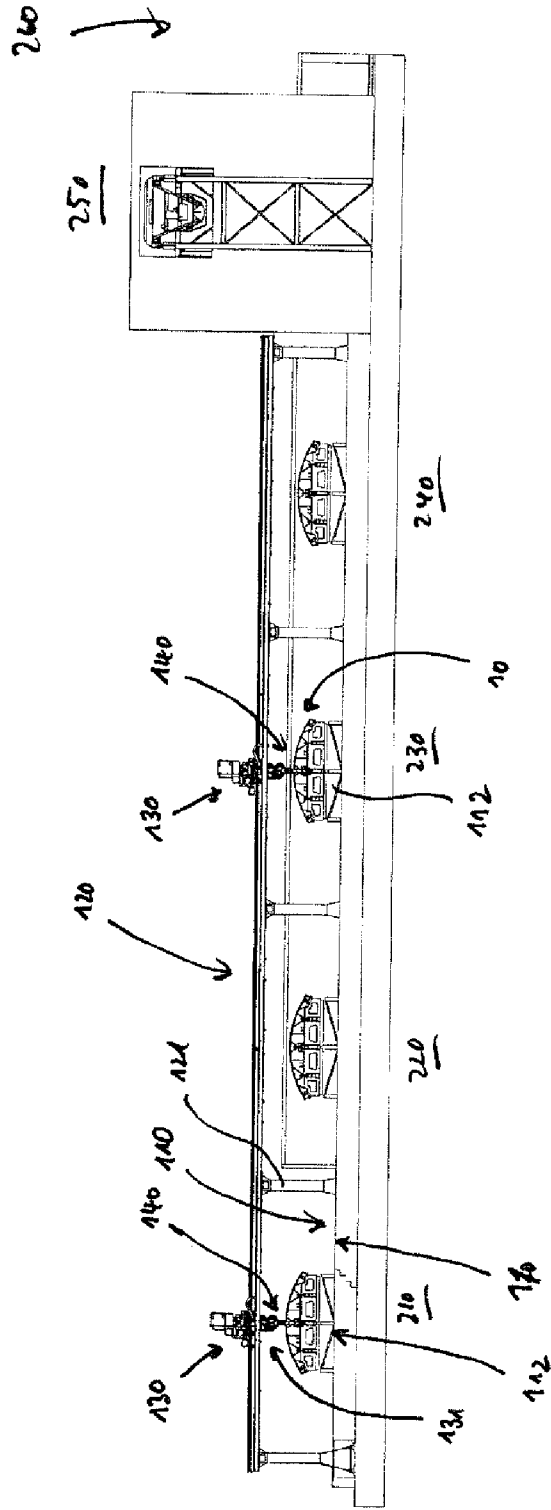
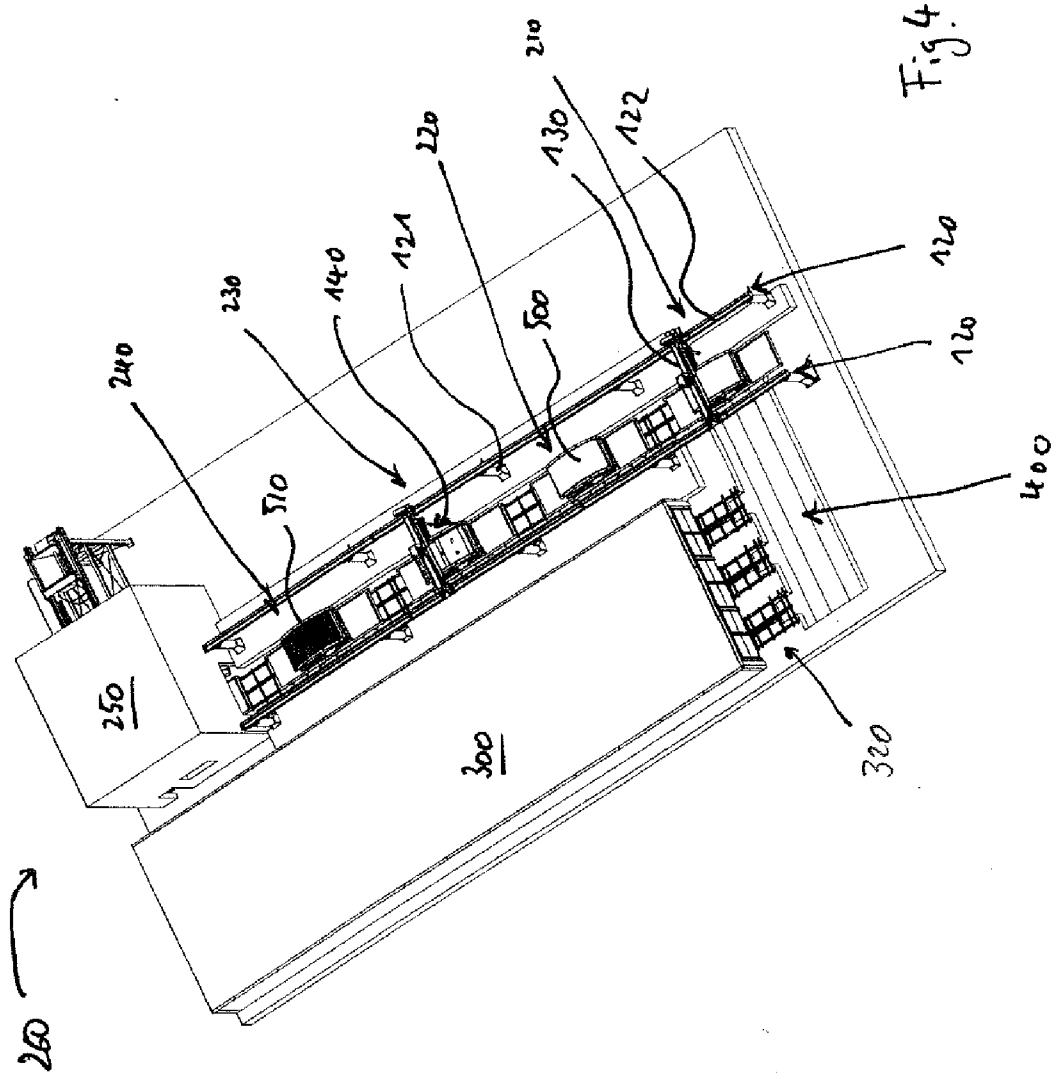
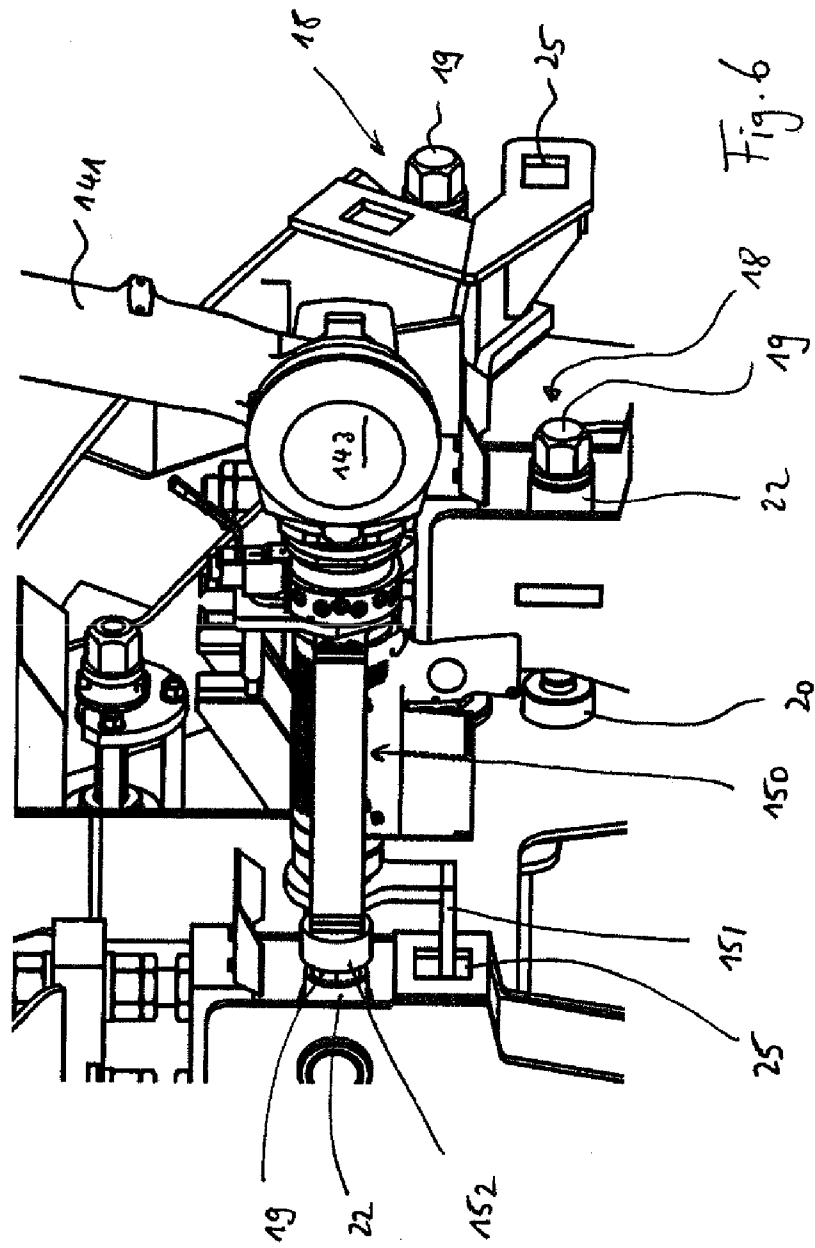
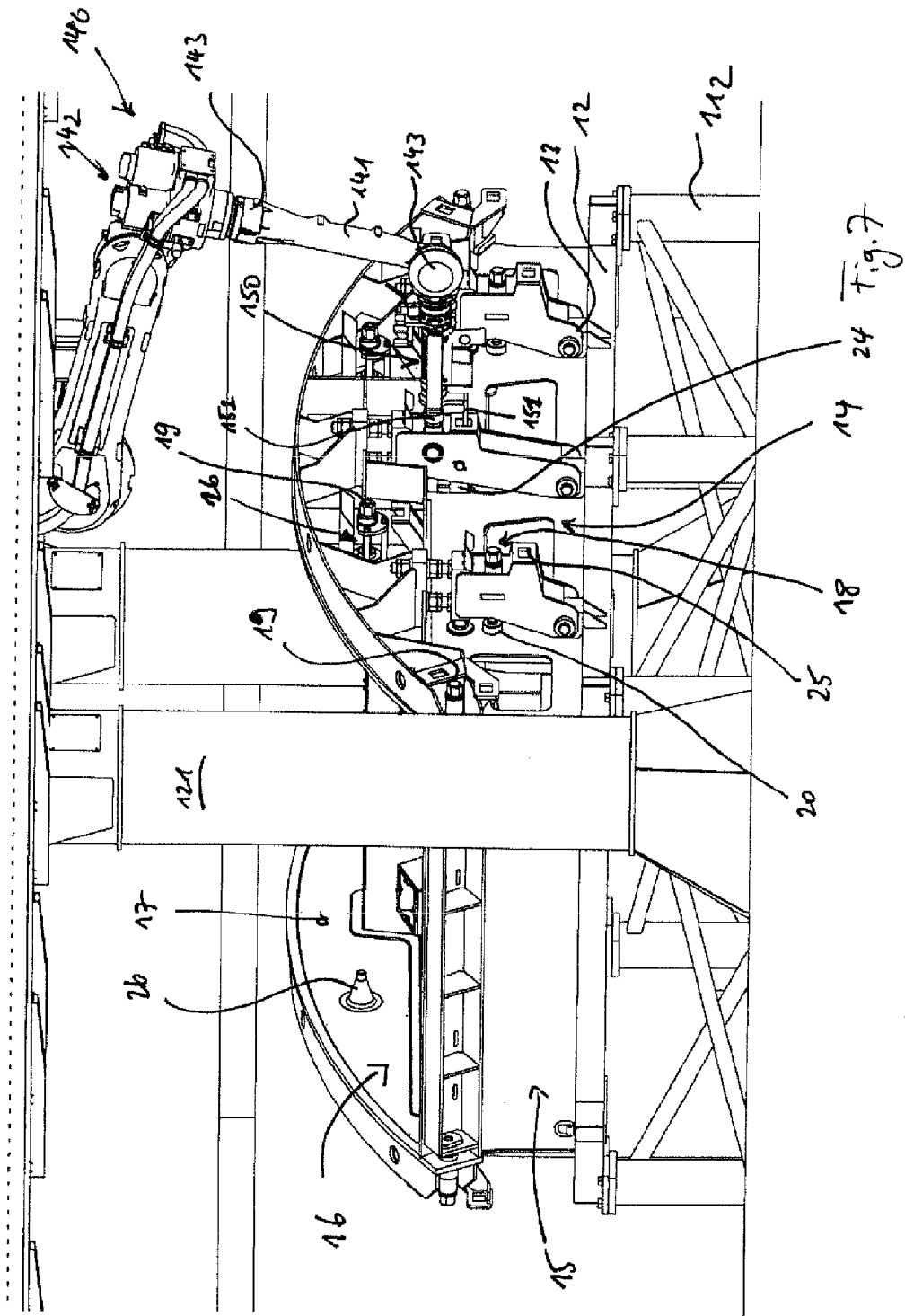


Fig. 3







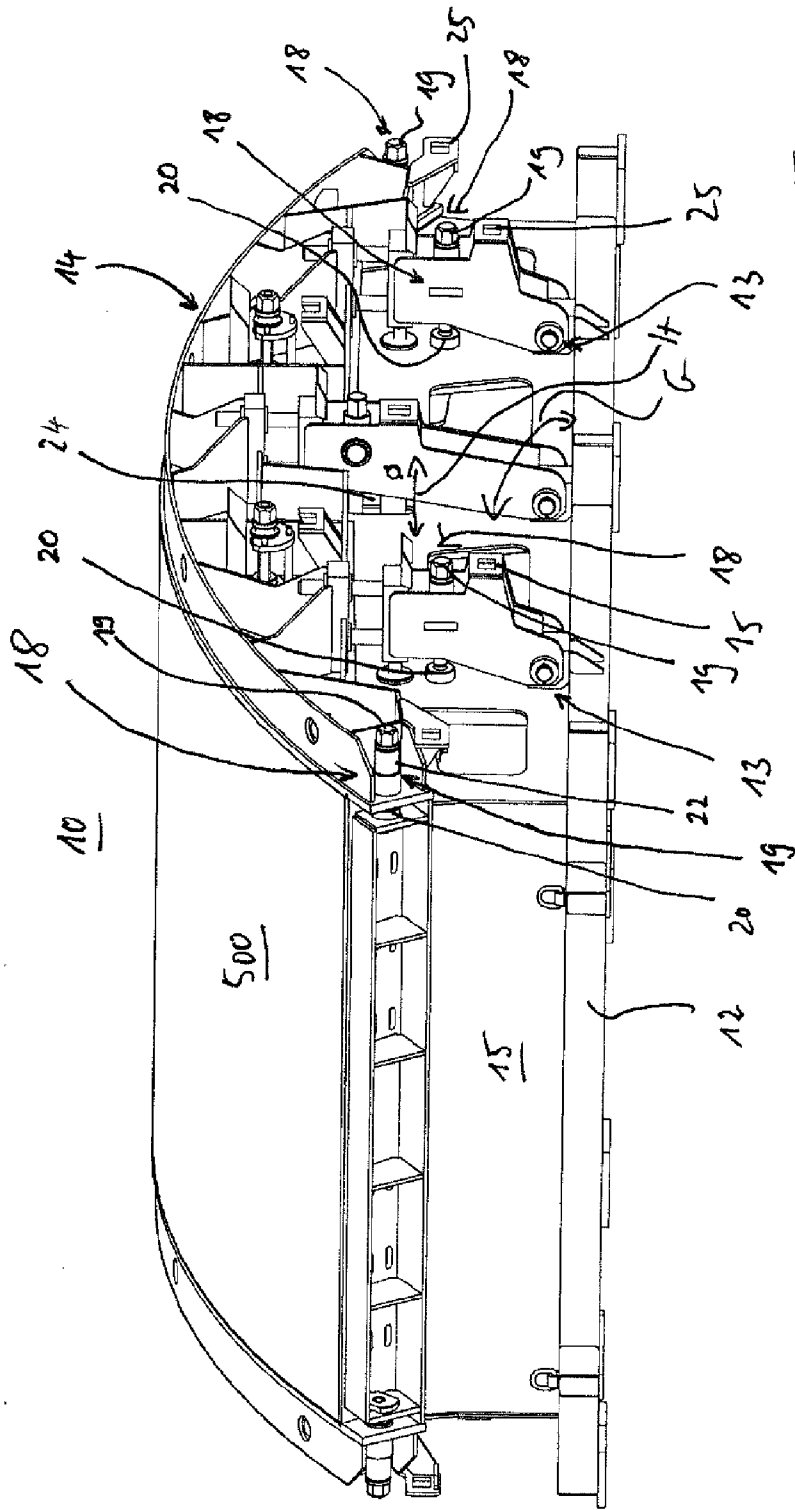
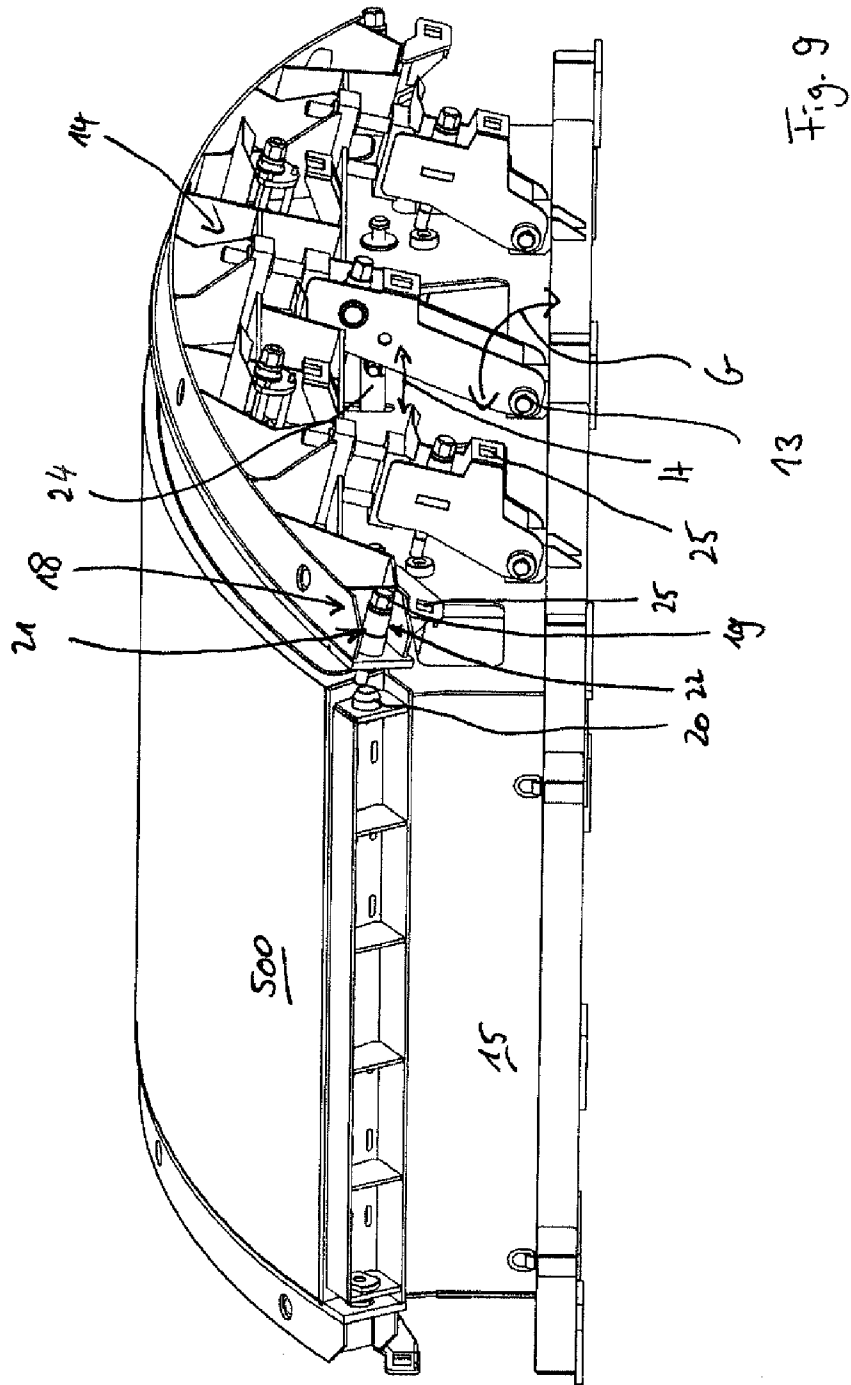


Fig. 8



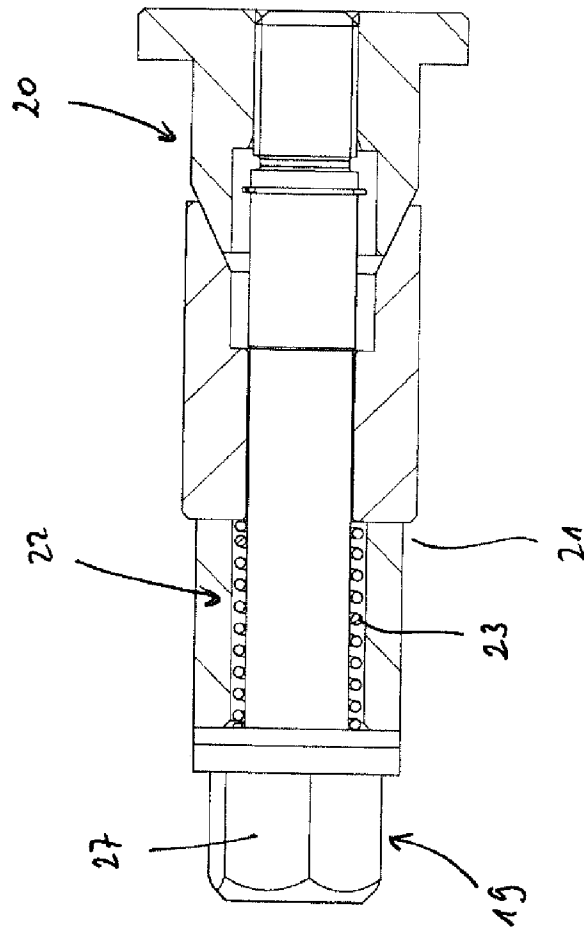


Fig. 10

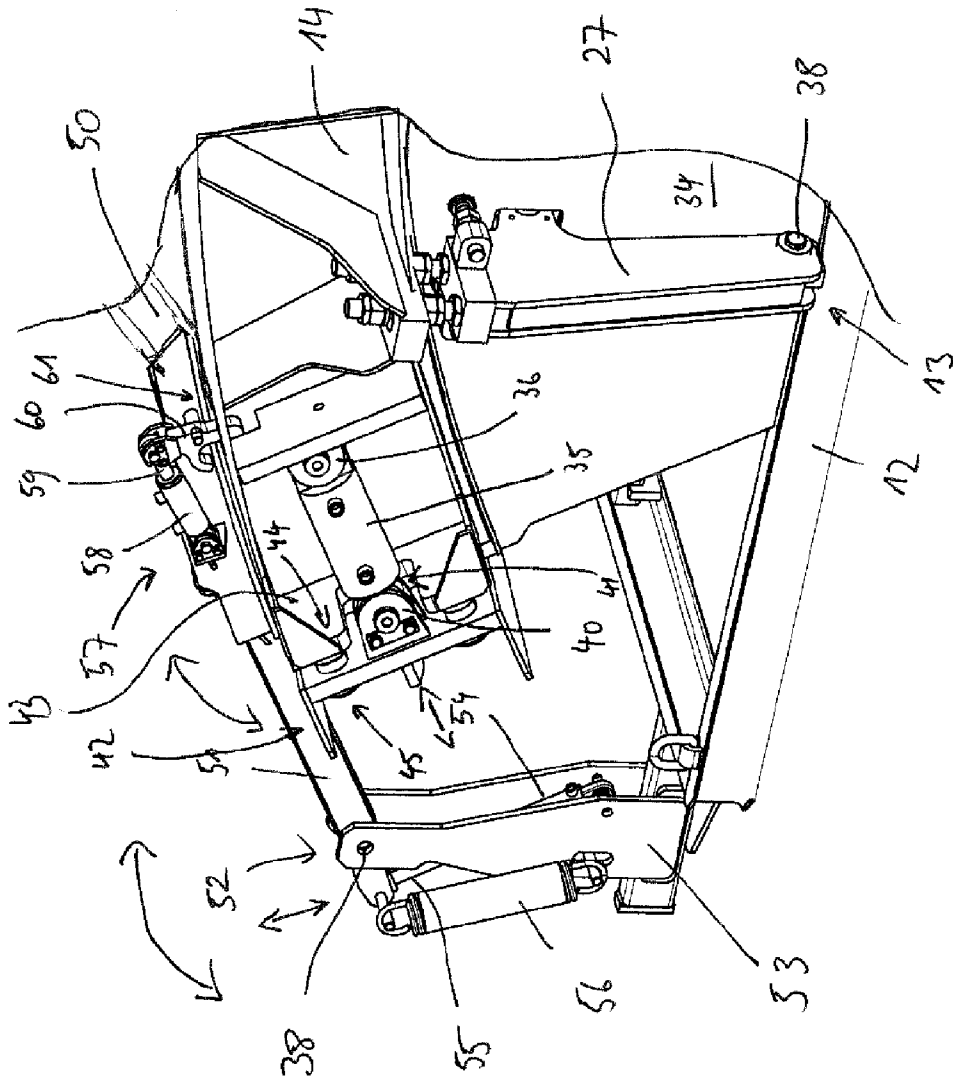
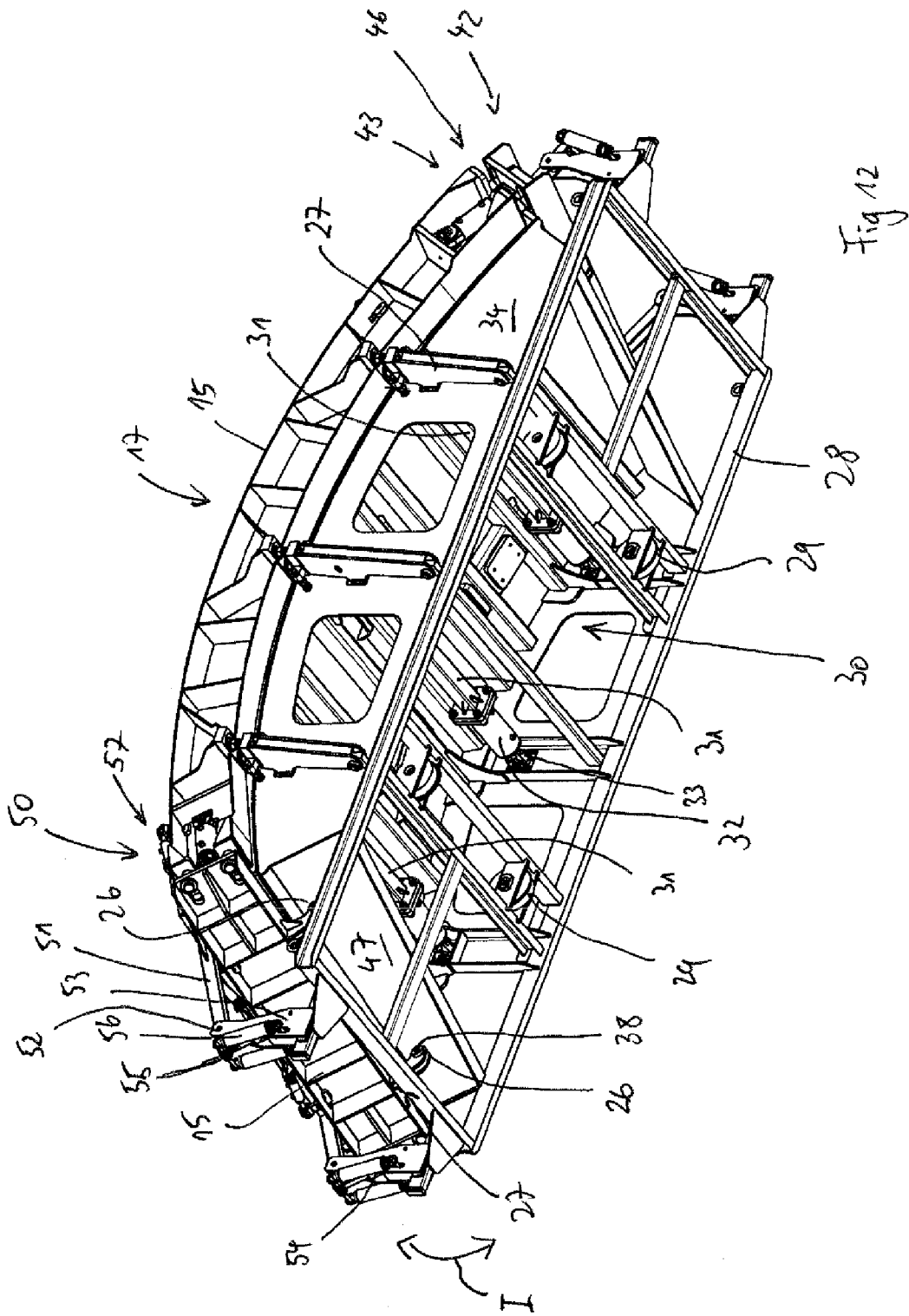


Fig. 11a



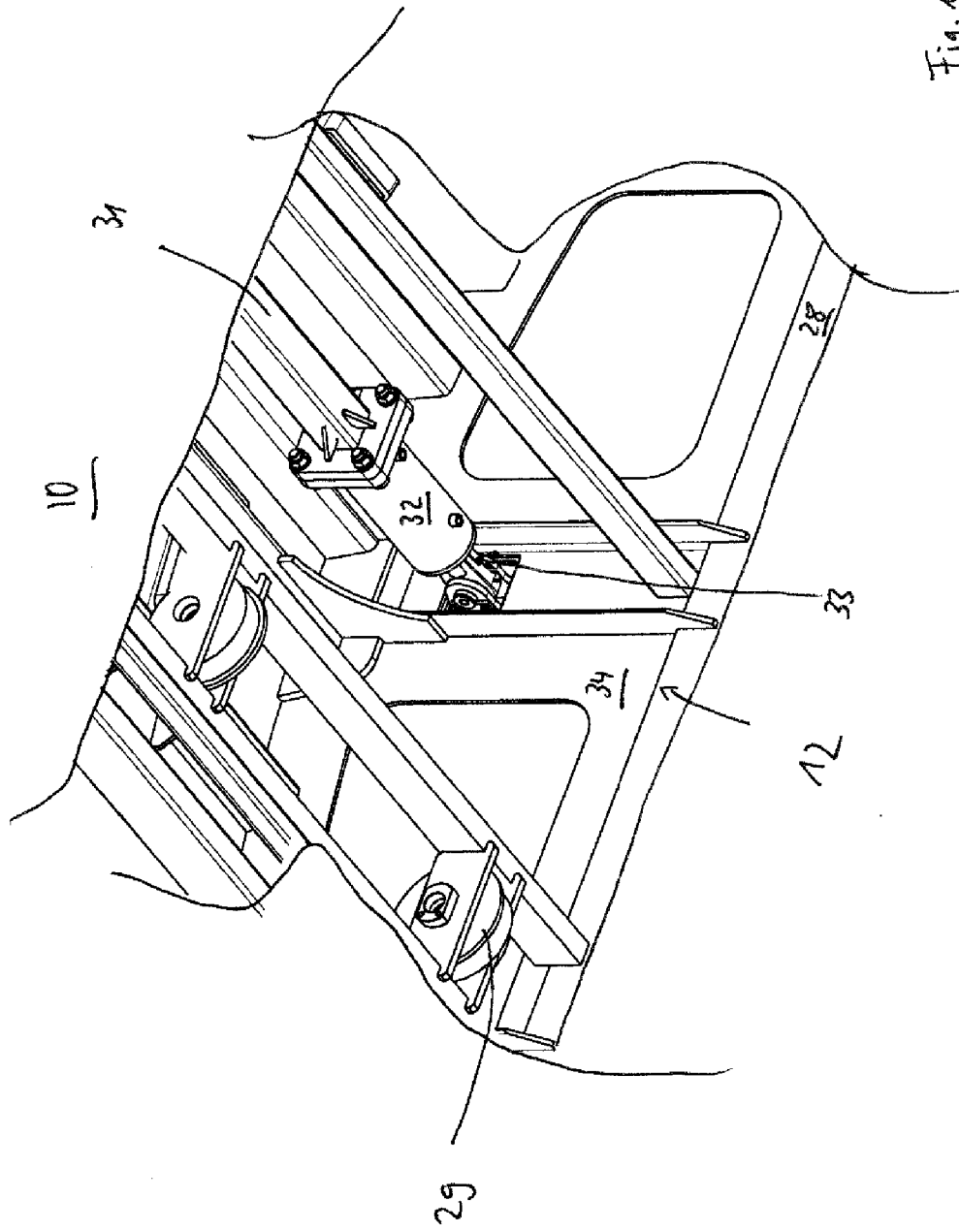


Fig. 12 a

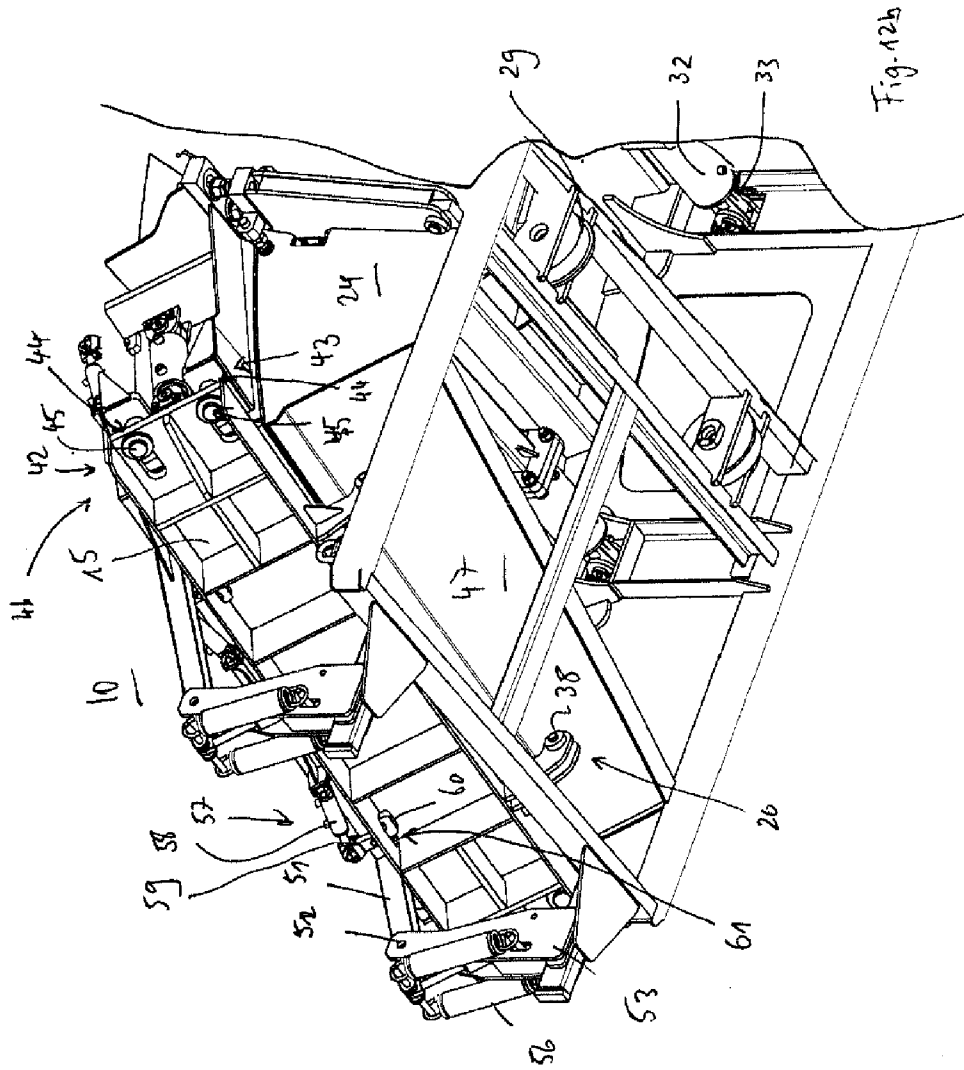
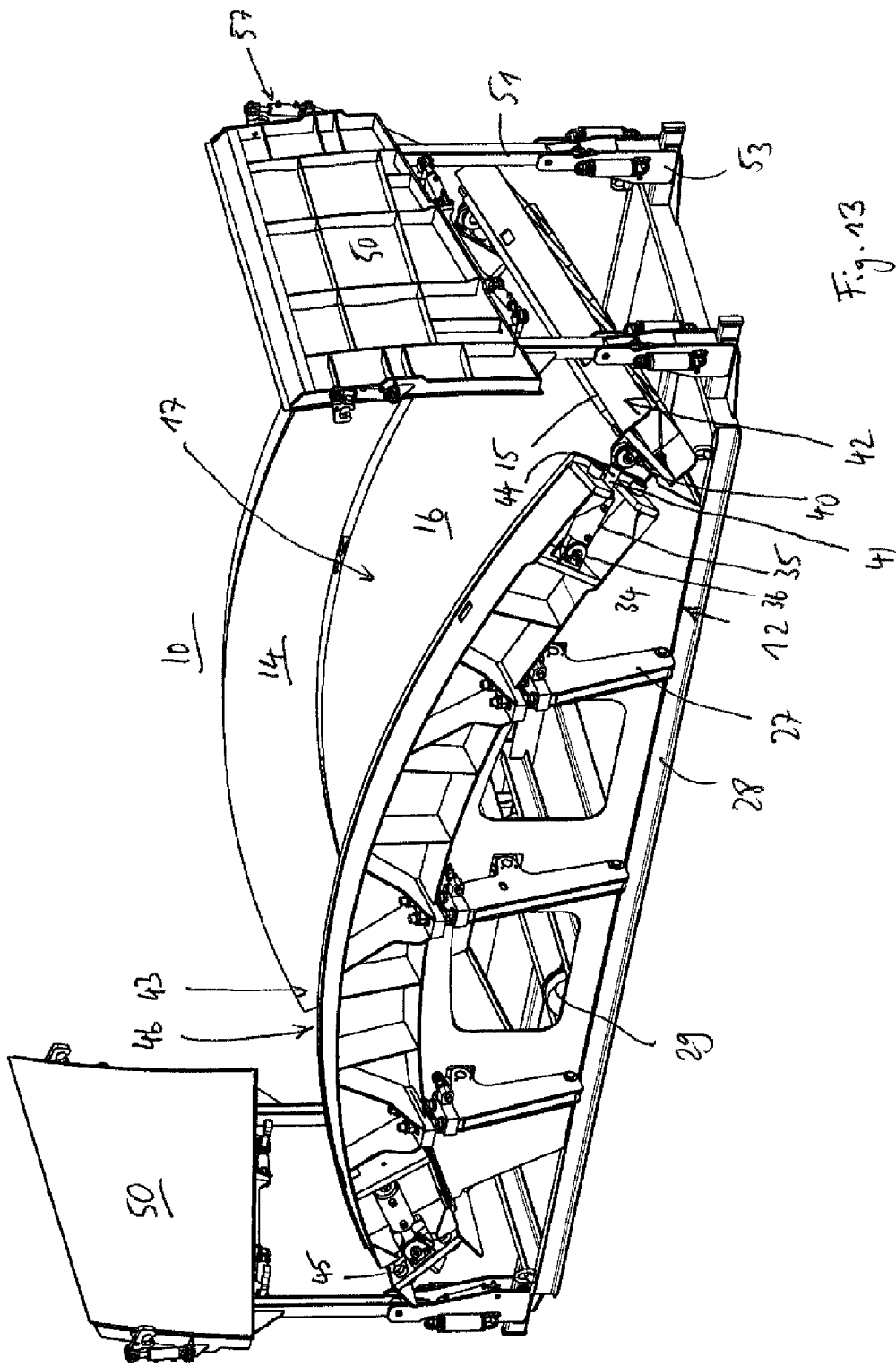
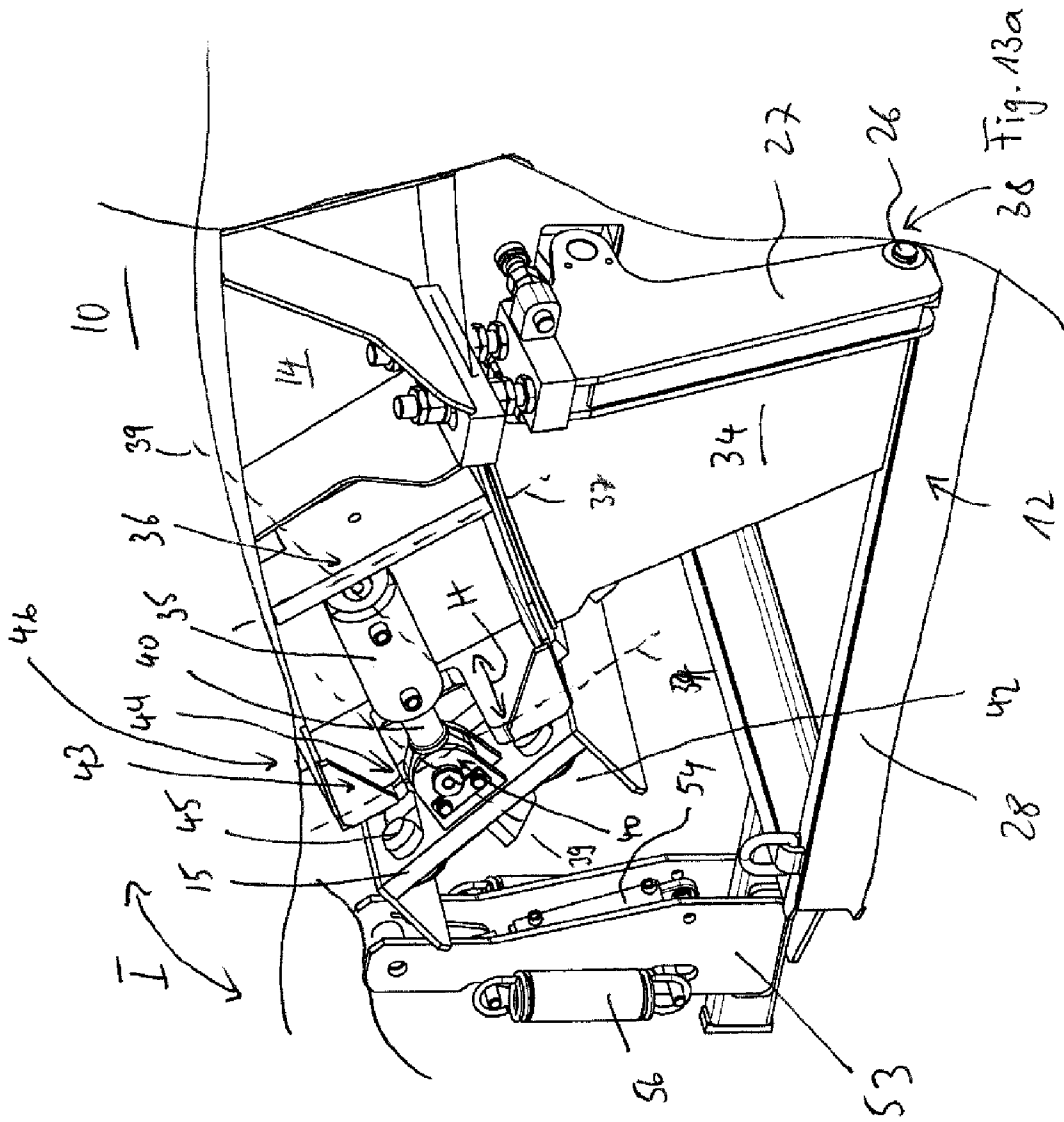


Fig. 12b





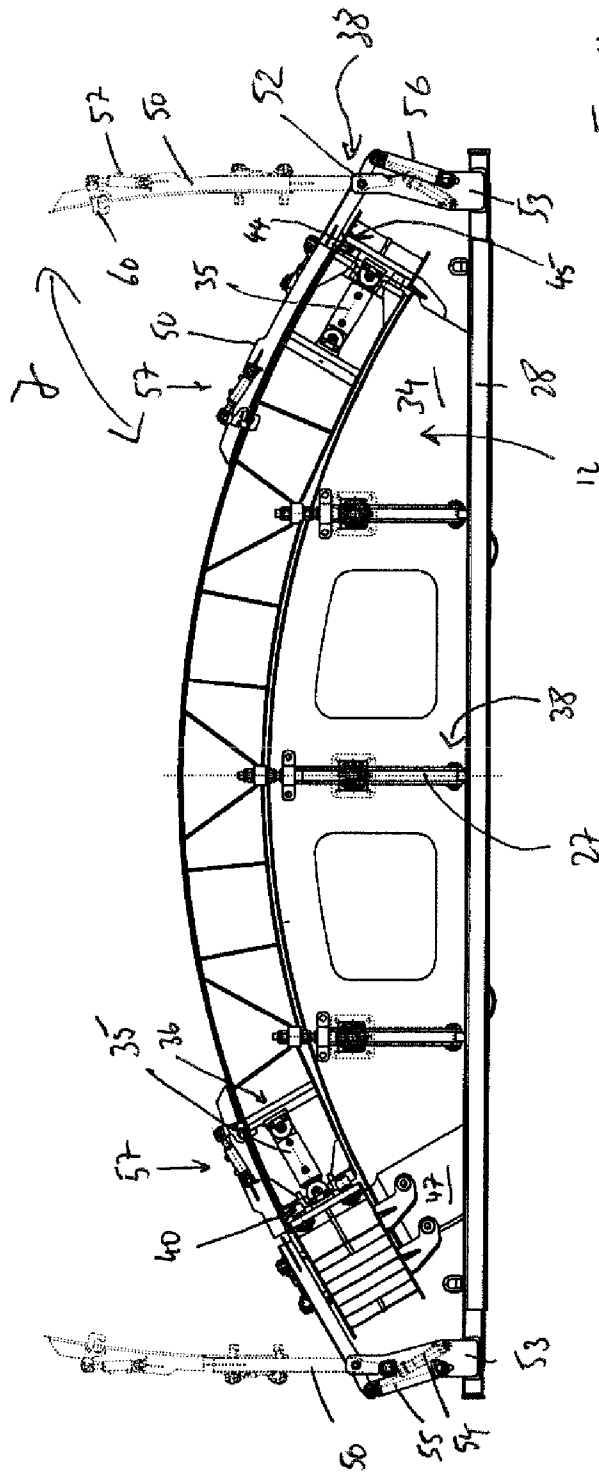
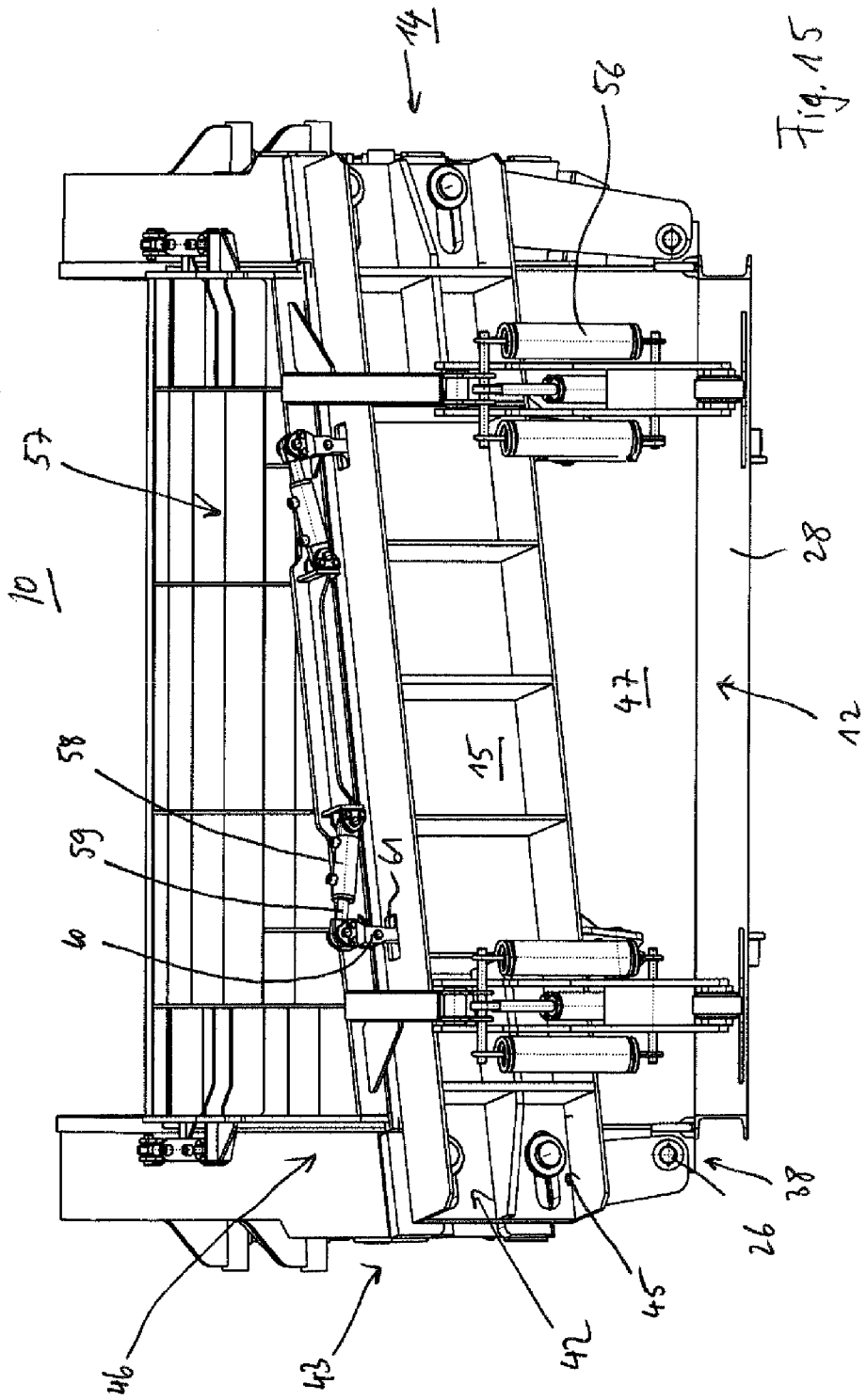


Fig. 14



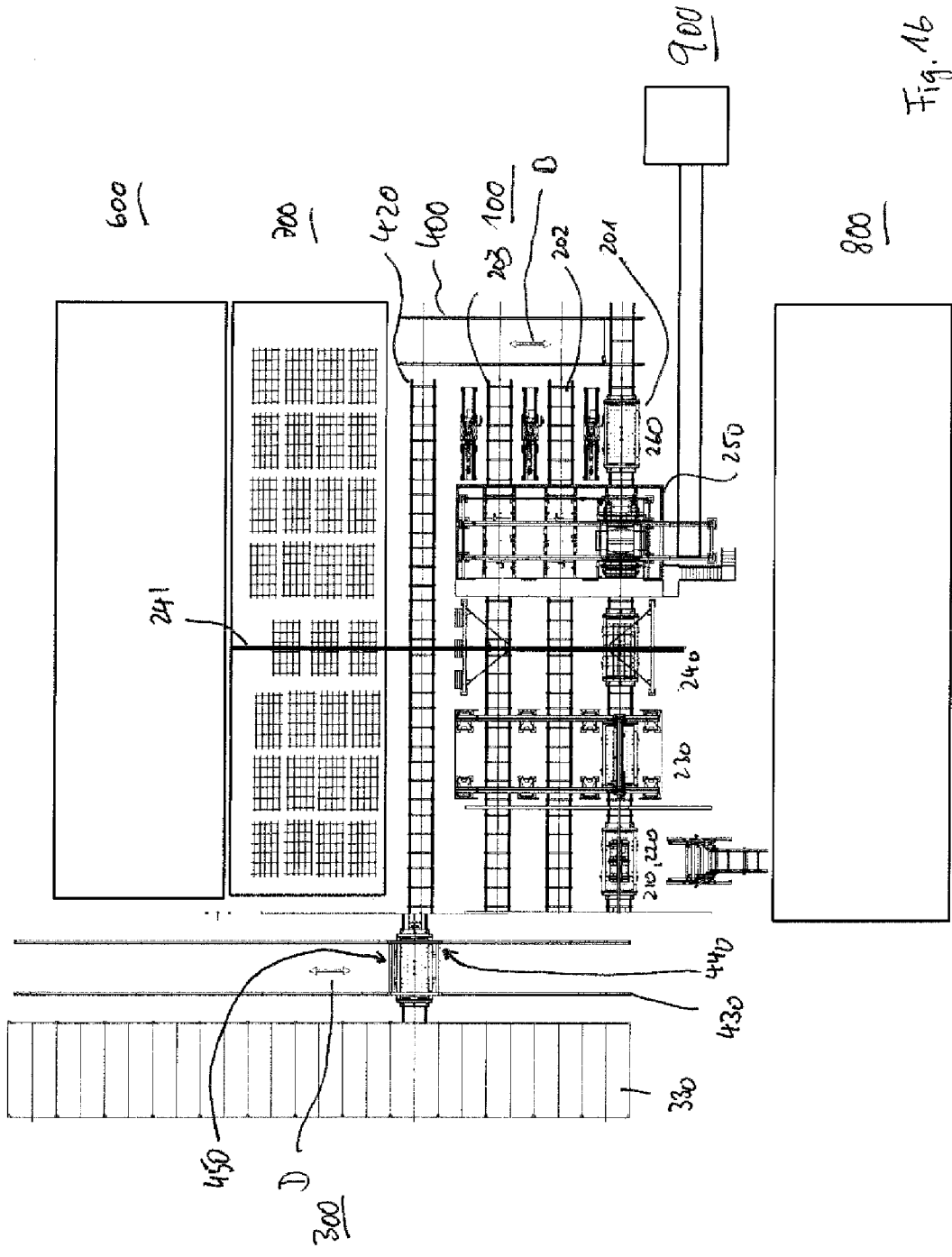


Fig. 16

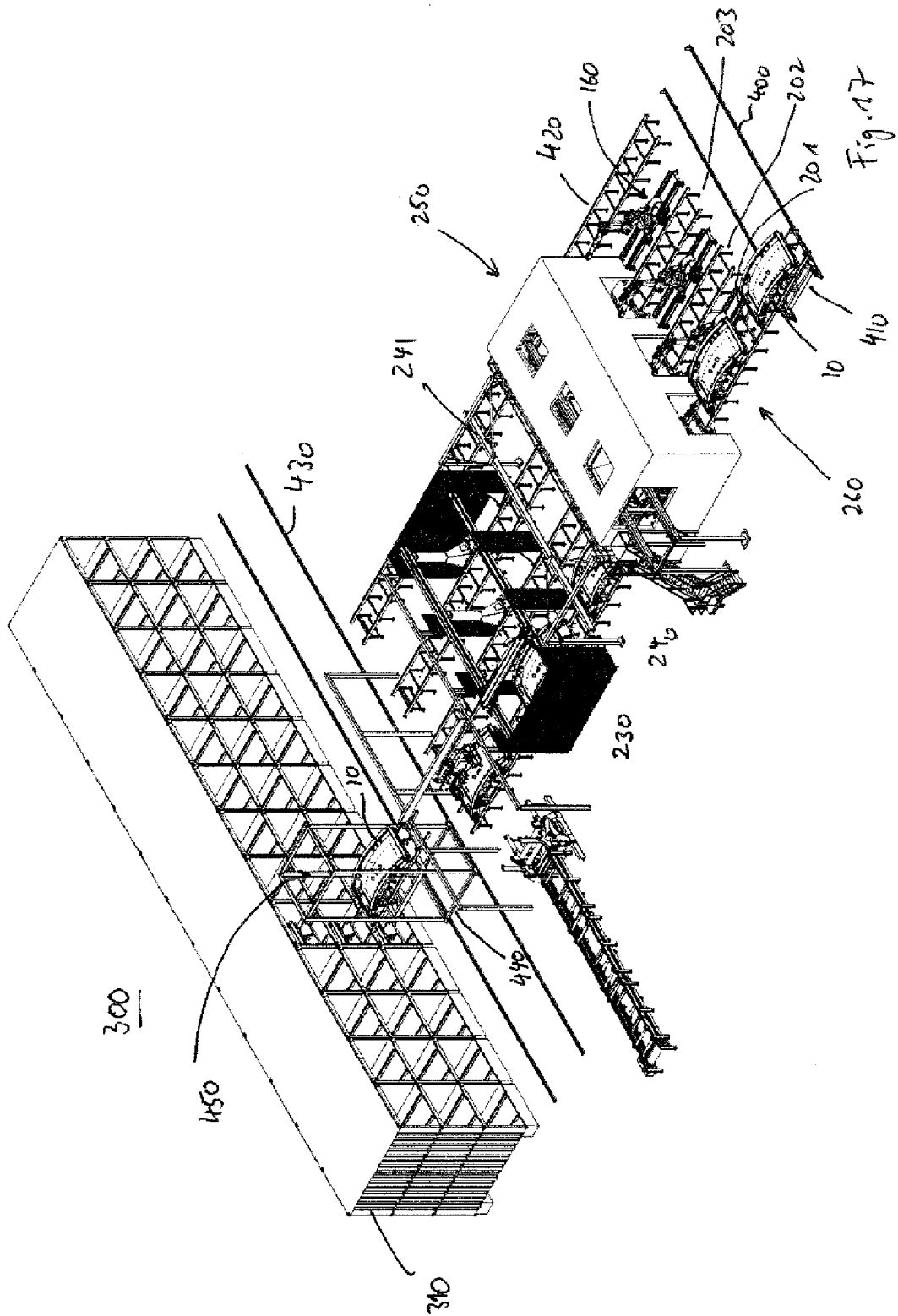


Fig. 17

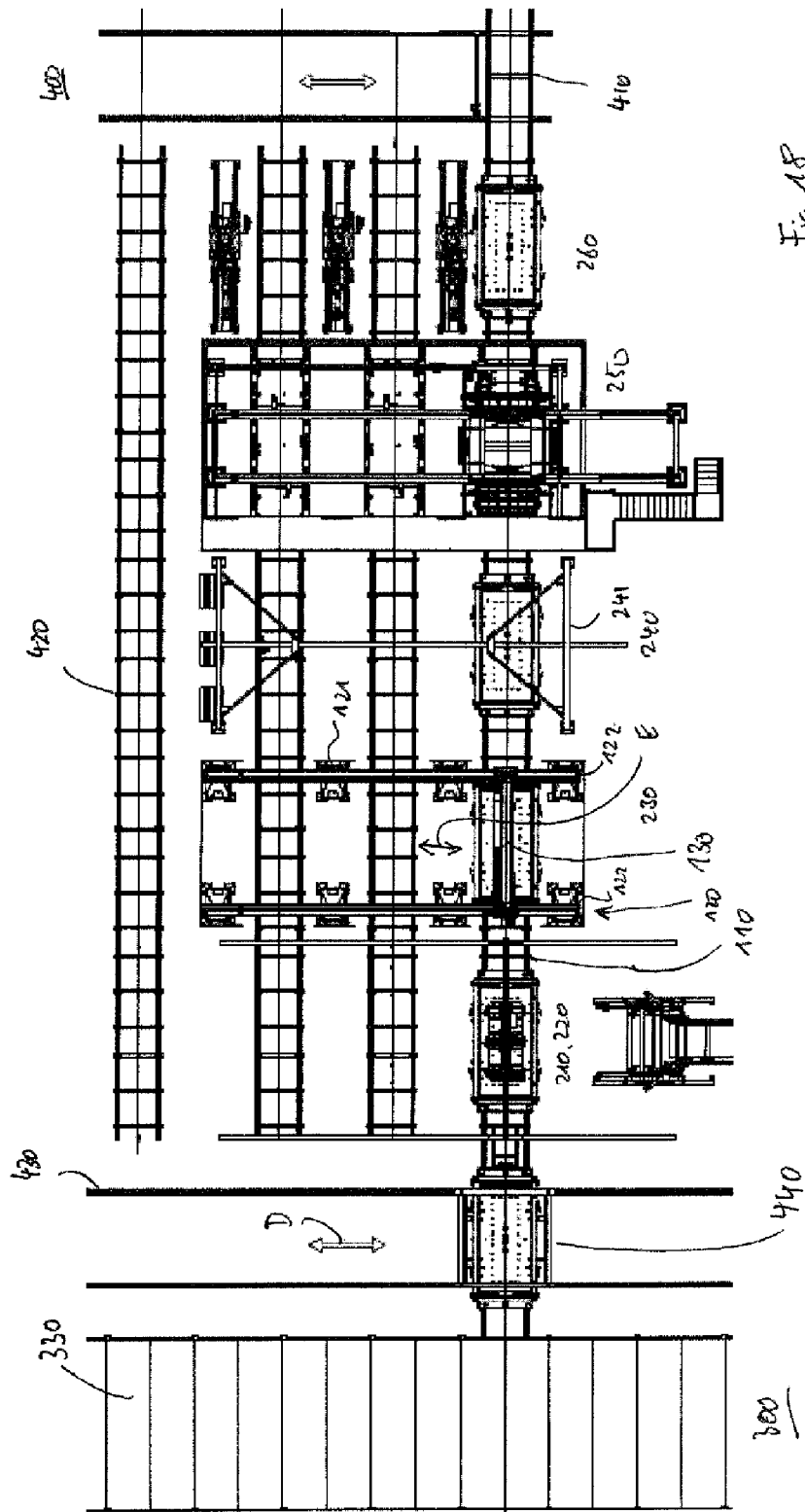


Fig. 18

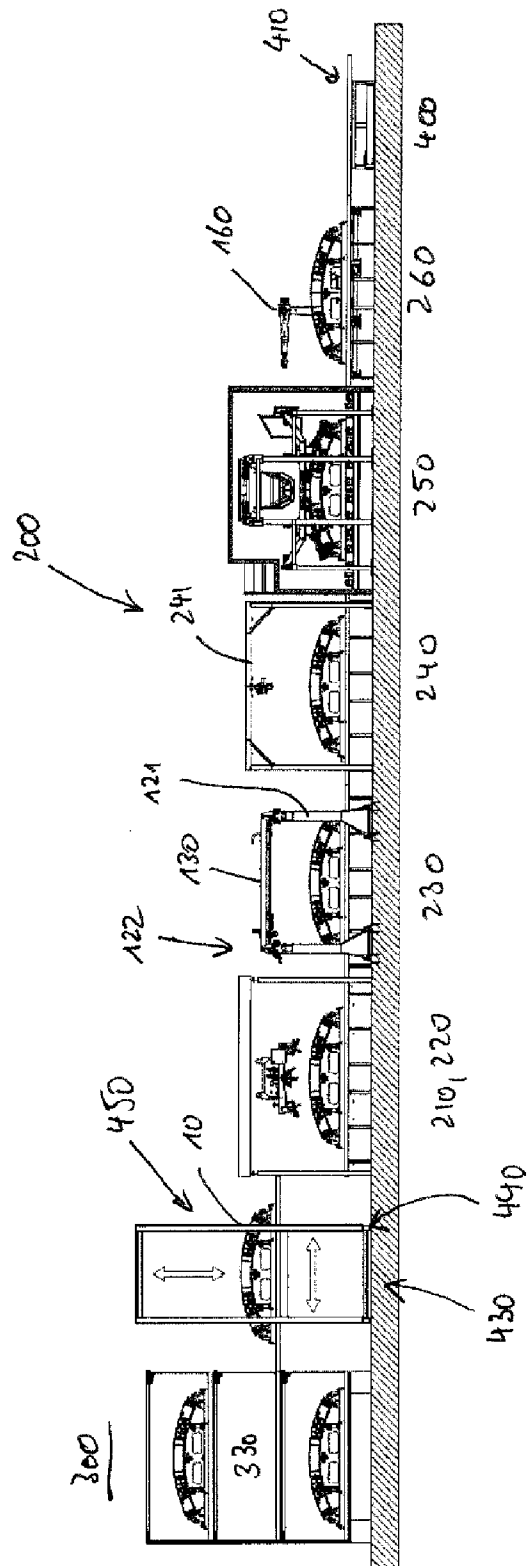


Fig. 19

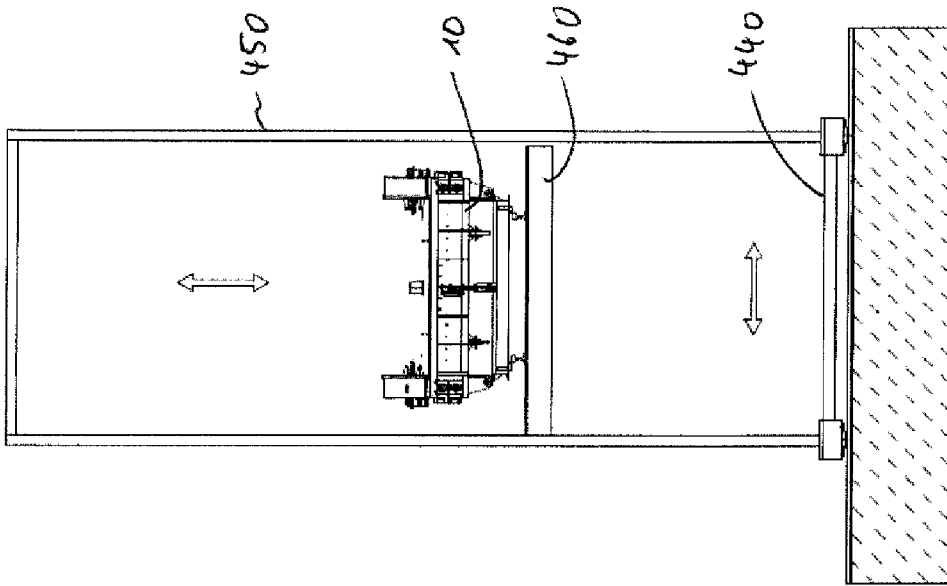


Fig. 21

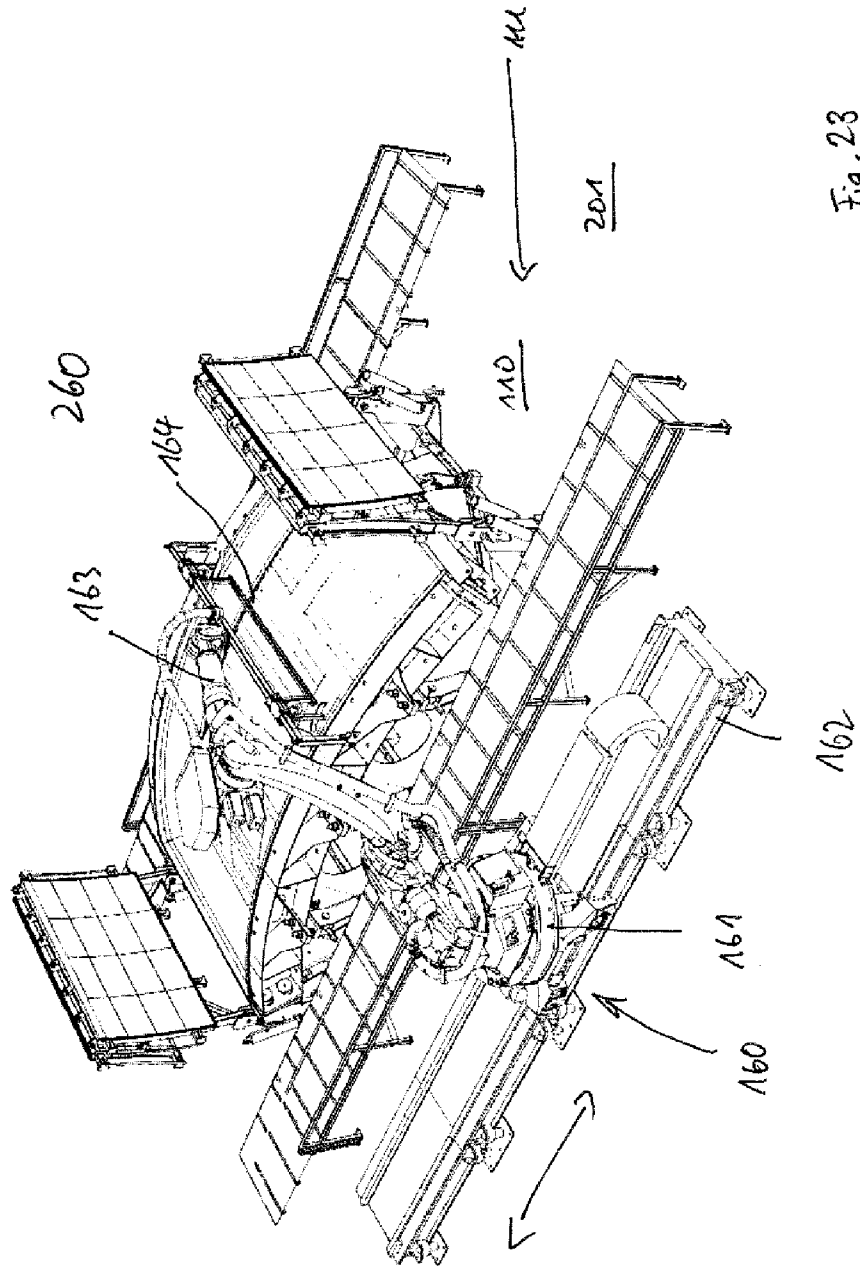


Fig. 23

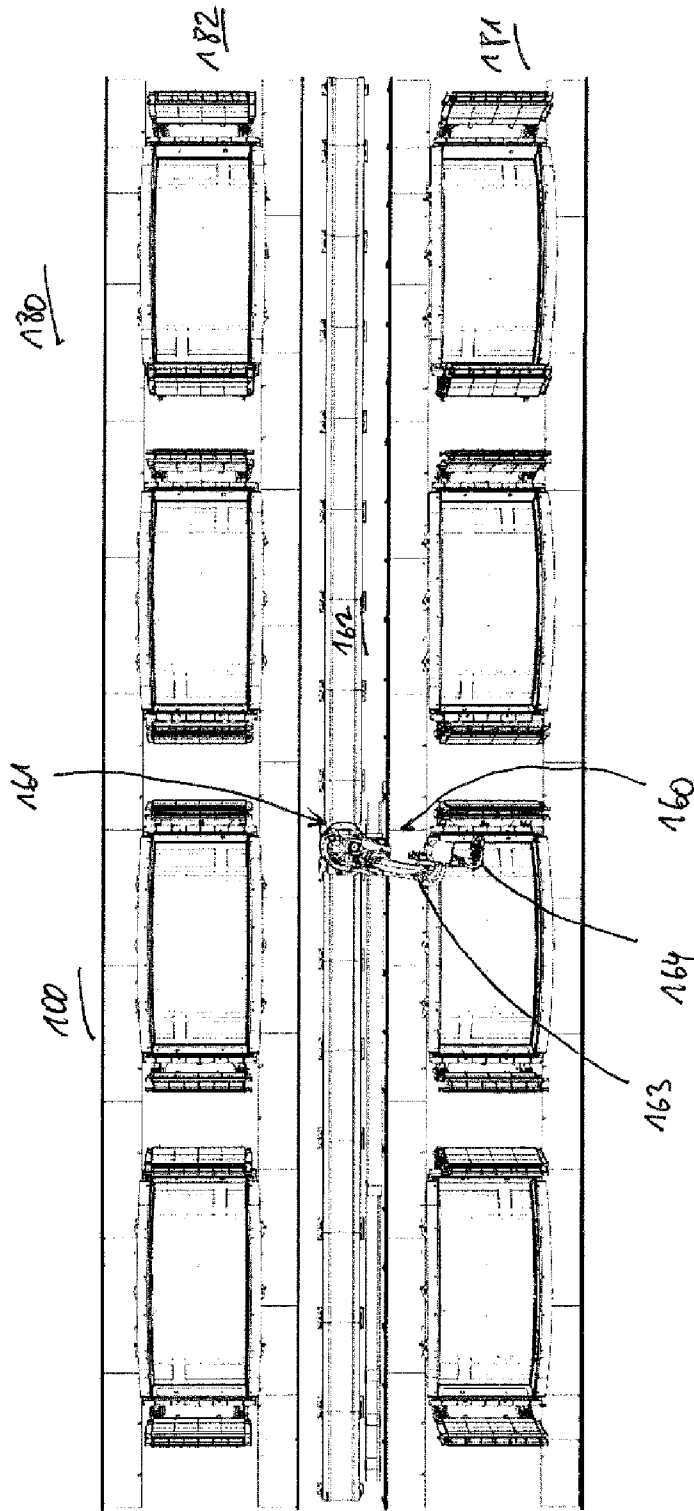


Fig. 24

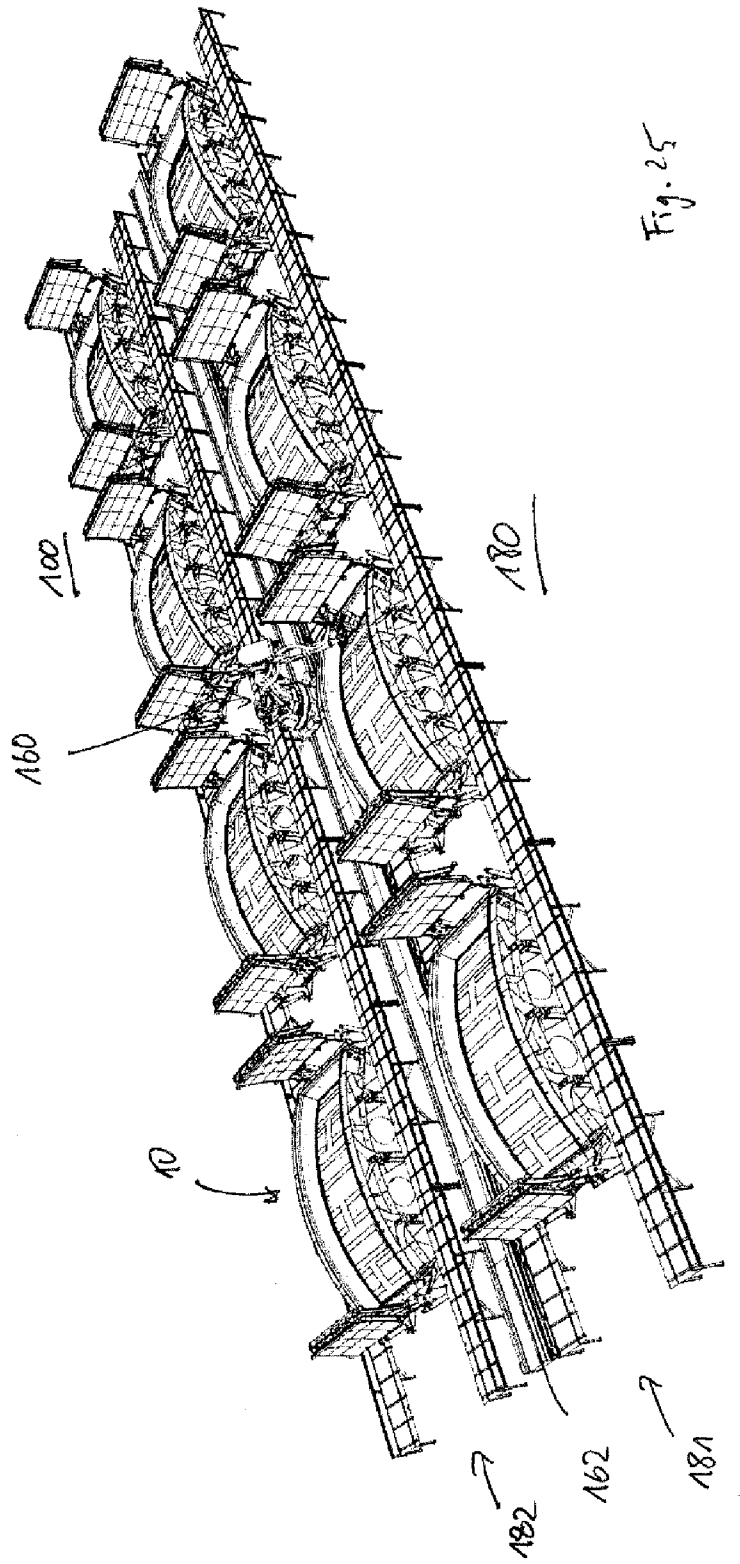


Fig. 25

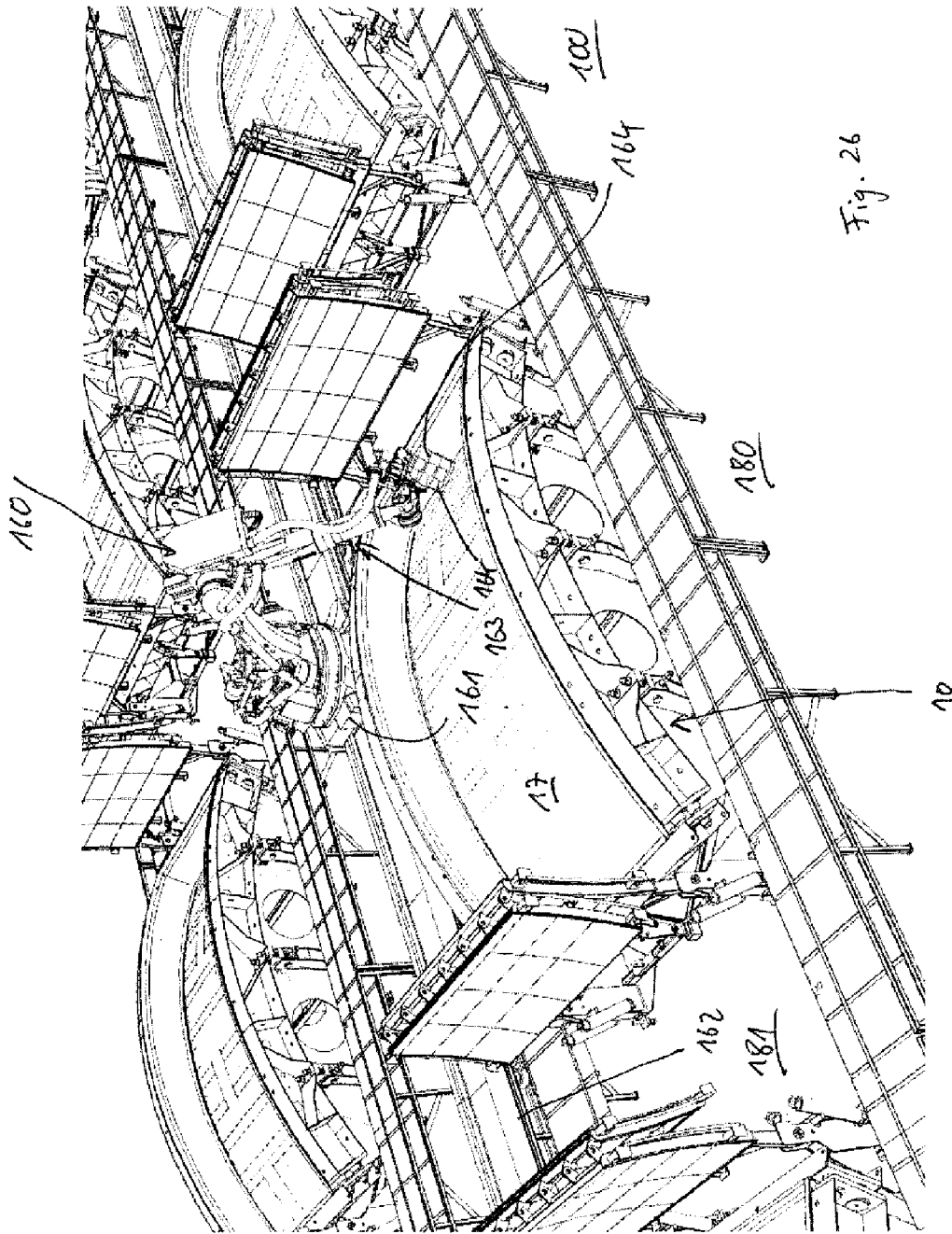


Fig. 26