

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 604 577**

51 Int. Cl.:

B21D 3/02 (2006.01)

B21C 51/00 (2006.01)

B21D 5/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.04.2015 E 15165872 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.08.2016 EP 2939752**

54 Título: **Aparato para trabajar tubos, barras, secciones y piezas en bruto similares, que comprende una pluralidad de máquinas que están dispuestas en línea**

30 Prioridad:

02.05.2014 IT TO20140357

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

07.03.2017

73 Titular/es:

**CTE SISTEMI S.R.L. (100.0%)
Via Galeazzo Alessi 5-1
16128 Genova, IT**

72 Inventor/es:

DANI, MARCO

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 604 577 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

Aparato para trabajar tubos, barras, secciones y piezas en bruto similares, que comprende una pluralidad de máquinas que están dispuestas en línea

5

La presente invención se refiere a un aparato para trabajar piezas en bruto alargadas, tales como, por ejemplo, tubos, barras, secciones y tiras, que comprende una pluralidad de máquinas que están dispuestas en línea y que están provistas de rodillos accionados por motor, o con otros elementos de trabajo accionados por motor, adaptados para actuar al mismo tiempo sobre la pieza en bruto que se trabaja a fin de aplicar sobre la misma fuerzas que tengan un componente dirigido en la dirección longitudinal, es decir, en la dirección a lo largo de la cual se mueve la pieza en bruto a lo largo del aparato.

10

La invención se ha concebido y se ilustrará en el presente documento con referencia particular a un aparato para formar bobinas superconductoras a partir de un conductor que consiste en una sección hueca de acero inoxidable, pero, sin embargo, es aplicable, como resultará evidente a partir de la descripción siguiente, a cualquier otro aparato para trabajar piezas en bruto alargadas, tales como tubos, barras, secciones, tiras y similares, que comprende una pluralidad de máquinas dispuestas en línea para trabajar de forma simultánea sobre la misma pieza en bruto.

15

Un aparato típico para formar bobinas superconductoras comprende básicamente una unidad de desenrollado y de enderezamiento y una unidad de plegado y de enrollado. La unidad de desenrollado y de enderezamiento está diseñada para desenrollar una bobina de eje vertical, formada por el conductor que está doblado con un radio constante y está enrollado a lo largo de una trayectoria helicoidal cilíndrica, y para suministrar un conductor enderezado. Para este fin, la unidad de desenrollado y de enderezamiento hace que la bobina rote alrededor de su eje vertical y, al mismo tiempo, estira el conductor que sale de la bobina por medio de un dispositivo de enderezamiento. La unidad de plegado y de bobinado comprende un dispositivo de plegado dispuesto para doblar el conductor enderezado y una mesa rotatoria sobre la cual se sitúa el conductor doblado que sale del dispositivo de plegado; de este modo, se forma un conjunto de giros para hacer que se produzca la bobina superconductora. Pueden proporcionarse dispositivos adicionales entre la unidad de desenrollado y de enderezamiento y la unidad de plegado y de enrollado, dispositivos que están dispuestos para trabajar en el conductor enderezado que sale de la unidad de desenrollado y de enderezamiento y que incluyen, por ejemplo, uno o más dispositivos de enderezado fino colocados aguas abajo del dispositivo de enderezamiento para enderezar más el conductor.

20

25

30

35

Los trabajos a los que ha de someterse el conductor entre la etapa inicial de enderezamiento y la etapa final de plegado se llevan a cabo por medio de máquinas que están dispuestas en línea a lo largo de la porción recta del conductor comprendida entre la unidad de desenrollado y de enderezamiento y la unidad de plegado y de enrollado y están provistas de elementos de trabajo, tales como, por ejemplo, rodillos, que se accionan en rotación por motores respectivos para actuar sobre el conductor a fin de aplicar en el mismo fuerzas que tengan un componente longitudinal.

40

En dicho aparato, la rotación de los elementos de trabajo accionados por motor de las diversas máquinas deben controlarse obviamente a fin de evitar el deslizamiento relativo con respecto al conductor, así como los riesgos de inestabilidad del conductor debido al vuelco.

45

Un modo posible de controlar los elementos de trabajo accionados por motor consiste en sincronizar la velocidad/posición de las diversas máquinas dispuestas en línea. Dicho modo de control se ve afectado, sin embargo, por una serie de inconvenientes.

50

En primer lugar, a pesar de que el movimiento hacia adelante del conductor es claramente el mismo para todas las máquinas, esto no significa necesariamente que todos los rodillos deban tener la misma velocidad periférica. La primera máquina de enderezamiento y la máquina de plegado tienen, de hecho, rodillos accionados por motor que actúan sobre una porción curva (además, una porción curva que tiene un radio no constante de curvatura, particularmente en la máquina de plegado) donde la velocidad en el extradós y la velocidad en el intradós son más altas y más bajas, respectivamente, que la velocidad en la porción recta del conductor. Lo mismo se aplica a las máquinas de enderezamiento fino, en las cuales el conductor se deforma ligeramente en forma de S. Dichas diferencias en la velocidad periférica producen fuerzas longitudinales en el conductor que conducen al deslizamiento (en el caso de fuerzas de tracción) o a la inestabilidad por deslizamiento y/o vuelco (en caso de fuerzas de compresión).

55

60

En segundo lugar, la relación de transmisión global de una máquina de rodillo podría ser aproximada, en vez de definitiva. Por lo tanto, la imposición de una sincronización de velocidad/posición con otras máquinas dispuestas en línea conduce a los errores cometidos en la evaluación de la relación de transmisión que vaya a añadirse e inevitablemente causa la generación de fuerzas de tracción o de compresión longitudinales en el conductor que producen inestabilidad por deslizamiento y/o vuelco. Se produce también el mismo efecto por las diferencias geométricas, aunque pequeñas, entre las máquinas - idealmente idénticas entre sí - que están

65

dispuestas en línea, diferencias que se deben a las tolerancias de fabricación de las máquinas.

5 Por lo tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato para trabajar piezas en bruto alargadas, tales como, por ejemplo, tubos, barras, secciones y tiras, del tipo que comprende una pluralidad de máquinas que están dispuestas en línea y que están provistas elementos de trabajo accionados en rotación por motores para actuar al mismo tiempo sobre la pieza en bruto que se trabaja a fin de aplicar sobre la misma fuerzas que tengan un componente longitudinal, cuyo aparato es capaz de impedir que la inestabilidad por deslizamiento y/o vuelco afecte a la pieza en bruto que se trabaja.

10 Este y otros objetos se logran por completo de acuerdo con la presente invención en virtud de un aparato que tiene las características expuestas en la reivindicación 1 independiente adjunta.

15 Los modos de realización ventajosos de la invención son el objeto de las reivindicaciones dependientes, el contenido de las cuales ha de considerarse como parte integral e integrante de la descripción siguiente.

20 En resumen, la invención se basa en la idea de proporcionar a cada máquina del aparato medios de medición para medir la reacción global ejercida por la pieza en bruto sobre esa máquina a lo largo de la dirección longitudinal y de controlar los motores asociados con los elementos de trabajo de cada máquina de manera que la reacción global ejercida por la pieza en bruto sobre esa máquina a lo largo de la dirección longitudinal sea igual a un valor predeterminado, cero incluido.

25 Imponer que la reacción global ejercida por la pieza en bruto sobre una máquina en la dirección longitudinal sea igual a cero significa que los pares de torsión ejercidos sobre la pieza en bruto por los elementos de trabajo accionados con motor de esa máquina sean los estrictamente necesarios para llevar a cabo el trabajo (enderezamiento, plegado, etc.) para el cual está diseñada esa máquina. En dichas condiciones, la máquina es neutral con respecto a las piezas en bruto y se evitan las tiras no deseadas entre los elementos de trabajo accionados por motor de la máquina y la pieza en bruto.

30 Los motores asociados a los elementos de trabajo accionados por motor pueden controlarse también a fin de imponer una reacción de la pieza en bruto sobre la máquina a lo largo de la dirección longitudinal distinto de cero, por ejemplo, en casos donde es necesario garantizar que cierta fuerza de tracción se aplica sobre la pieza en bruto.

35 Preferentemente, con el fin de hacer que sea posible medir la reacción global ejercida por la pieza en bruto sobre la máquina a lo largo de la dirección longitudinal, la máquina se monta sobre una estructura de soporte con un grado translacional de libertad en la dirección longitudinal y se proporcionan también medios de medición entre la máquina y la estructura de soporte para medir la fuerza ejercida sobre la máquina en esa dirección, fuerza que representa la reacción global ejercida por la pieza en bruto sobre la máquina en esa dirección. La máquina puede montarse por ejemplo en la estructura de soporte por medio de guías lineales de baja fricción, tales como guías de contacto rodantes, y una célula de carga, o dispositivo de medición de fuerza similar, puede montarse entre la máquina y la estructura de soporte para medir la fuerza que actúa sobre la máquina (como resultado de la reacción ejercida por la pieza en bruto) en la dirección longitudinal.

45 Otras características y ventajas de la presente invención resultarán evidentes a partir de la descripción detallada siguiente, dada puramente a modo de ejemplo no limitativo con referencia a los dibujos adjuntos, donde:

50 la Figura 1 muestra esquemáticamente un aparato para formar bobinas superconductoras como ejemplo de un aparato para manejar piezas en bruto alargadas que comprende una pluralidad de máquinas dispuestas en línea a las cuales la presente invención es aplicable;

la Figura 2 es una vista en perspectiva de una máquina de plegado que forma parte del aparato de la Figura 1;

55 la Figura 3 es una vista en perspectiva que muestra con detalle, a una escala ampliada, el dispositivo de medición de fuerza para medir la fuerza ejercida por la pieza en bruto en la dirección longitudinal sobre la máquina de plegado de la Figura 2; y

La Figura 4 es una vista en alzado lateral de la máquina de plegado de la Figura 2.

60 Con referencia primero a la Figura 1, un aparato para fabricar bobinas superconductoras B a partir de un conductor C que consiste en una sección hueca de acero inoxidable enrollada a lo largo de una trayectoria helicoidal cilíndrica con un radio constante para formar una bobina A comprende una pluralidad de máquinas dispuestas en línea a lo largo de una dirección longitudinal x coincidente con la dirección de alimentación a lo largo de la cual el conductor C se mueve hacia adelante.

65 Más específicamente, en el modo de realización ilustrado en la Figura 1, el aparato comprende una primera

máquina de enderezamiento 10 para enderezar el conductor C que se esté desenrollando de la bobina A, una o más máquinas de enderezamiento 12 para enderezar de manera fina el conductor C que viene de la primera máquina de enderezamiento 10 y una máquina de plegado 14 para doblar el conductor C con el radio de curvatura deseado para formar, en cooperación con una mesa rotatoria 16 montada de forma rotatoria sobre un eje vertical de rotación z, la bobina B. El aparato comprende además un dispositivo de alimentación (no mostrado con detalle) para mover hacia delante la pieza en bruto en la dirección longitudinal x con una velocidad de avance dada. Las máquinas 10, 12 y 14, así como el dispositivo de alimentación, son del tipo conocido por sí mismo y, por lo tanto, no se describirán con detalle en el presente documento. Vale la pena mencionar, para los propósitos de la presente invención, que todas estas máquinas están provistas de elementos de trabajo accionados por motor, en particular, rodillos accionados por motor, cada uno de los cuales se acciona en rotación por un motor respectivo, en particular, un motor eléctrico o un motor hidráulico, alrededor de un eje respectivo de rotación, teniendo los elementos de trabajo la función de accionar el conductor C por fricción, haciendo que se mueva hacia adelante en la dirección longitudinal x, y la función de deformar el conductor C para enderezarlo (es el caso de los rodillos de las máquinas de enderezamiento 10 y 12) o para doblarlo (es el caso con los rodillos de la máquina de plegado 14).

Con referencia ahora a las Figuras 2 a 4, la máquina de plegado 14 comprende, de manera conocida por sí misma, tres rodillos 18, 20 y 22, en concreto, un primer rodillo 18 que puede rotar alrededor de un eje vertical de rotación z1, un rodillo intermedio 20 que puede rotar alrededor de un eje vertical de rotación z2 y un rodillo de plegado 22 que puede rotar alrededor de un eje vertical de rotación z3. Los tres rodillos 18, 20 y 22 están dispuestos de tal manera que el conductor C (no mostrado en las Figuras 2-4) se mueve a través de la máquina de plegado 14 con el primer rodillo 18 y el rodillo de plegado 20 en un lado del conductor y el rodillo intermedio 22 en el lado opuesto. La máquina de plegado podría tener también una disposición distinta de la que se muestra en el presente documento, por ejemplo, comprender rodillos adicionales más allá de los tres mencionados anteriormente.

Los tres rodillos 18, 20 y 22 se accionan en rotación alrededor de los ejes de rotación z1, z2 y z3 respectivos por motores eléctricos respectivos (no mostrados, pero del tipo conocido por sí mismo). De acuerdo con la invención, se controla el par de torsión de los motores eléctricos mediante una unidad de control (no mostrada) a fin de aplicarse sobre los rodillos 18, 20 respectivos y sobre un par de torsión 22, de tal manera que la reacción global ejercida por el conductor C sobre dichos rodillos y, por lo tanto, sobre la máquina, en la dirección longitudinal x es igual a un valor predeterminado, por ejemplo, cero. La reacción global ejercida por el conductor sobre la máquina se usa, por lo tanto, por la unidad de control como variable de retroalimentación para corregir los pares de torsión aplicados a los rodillos individuales de la máquina.

De acuerdo con el modo de realización mostrado en los dibujos, un dispositivo de medición 24 está asociado a la máquina de plegado 14 para medir la reacción global ejercida por el conductor C en la máquina en la dirección longitudinal x. La unidad de control está dispuesta para calcular, sobre la base del valor de la reacción global ejercida por el conductor C en la máquina de plegado 14 proporcionada por el dispositivo de medición 24, el par de torsión que vaya a aplicarse sobre cada rodillo 18, 20 y 22 con el fin de cumplir la condición mencionada anteriormente de que la reacción es igual al valor predeterminado.

El par de torsión que vaya a aplicarse sobre cada rodillo accionado por motor de la máquina para satisfacer la condición mencionada anteriormente sobre el valor de la reacción global ejercida por la máquina puede determinarse definiendo de antemano un criterio de proporcionalidad entre los valores de par de torsión de los rodillos individuales. El criterio de proporcionalidad entre los valores de par de torsión de los rodillos individuales en la misma máquina se basa en el módulo de la fuerza normal intercambiada entre el conductor y los rodillos, módulo que se conoce aproximadamente a partir de las leyes de la estática, al menos en la medida en que se refiere su componente perpendicular a la dirección longitudinal x del conductor (que es el componente principal). Por ejemplo, en una máquina de plegado con tres rodillos como la que se muestra en las Figuras 2-4, donde el paso longitudinal entre los rodillos 18, 20 y 22 es el mismo, al menos en el caso de grandes radios, el conductor C puede modelarse como una viga simplemente soportada en su extremo y se carga en su centro y, por lo tanto, la fuerza normal intercambiada entre el rodillo intermedio 20 y el conductor C es aproximadamente el doble de la fuerza normal intercambiada entre cada uno de los dos rodillos de extremo (primer rodillo 18 y rodillo de flexión 22) y el conductor C. El par de torsión que vaya a aplicarse sobre los rodillos 18, 20 y 22 seguirá la misma proporción, de modo que, en los tres rodillos, se garantiza también la misma proporción entre la fuerza longitudinal intercambiada entre el rodillo y el conductor y la fuerza longitudinal máxima admisible antes de deslizarse, ya que el ángulo de fricción es muy probablemente el mismo para los tres rodillos.

Como alternativa, el par de torsión que vaya a aplicarse en cada uno de los rodillos accionados por motor de la máquina puede establecerse a partir de la medida real de la fuerza normal intercambiada entre el conductor y cada rodillo accionado por motor.

De forma ventajosa, con el fin de hacer que sea posible medir la reacción global ejercida por el conductor C sobre la máquina de plegado 14 en la dirección longitudinal x, la máquina se monta sobre una estructura de

- soporte 26 con un grado translacional en la dirección longitudinal x y el dispositivo de medición 24 está conectado en un lado a la máquina de plegado 14 y en el otro a la estructura de soporte 26 para medir la fuerza ejercida sobre esa máquina a lo largo de la dirección longitudinal x, cuya fuerza representa la reacción global ejercida por el conductor C en los rodillos 18, 20 y 22 de la máquina. En el ejemplo propuesto en el
- 5 presente documento, la máquina de plegado 14 se monta en guías lineales de baja fricción 28, tales como guías de contacto rodantes, que están fijadas a la estructura de soporte 26 y se dirigen a lo largo de la dirección longitudinal x, y una célula de carga, como el dispositivo de medición 24, se monta entre la máquina 14 y la estructura de soporte 26.
- 10 La descripción dada anteriormente con referencia a la máquina de plegado 14 es aplicable a todas las otras máquinas (primera máquina de enderezamiento 10 y máquina(s) de enderezamiento 12 adicional(es)) que forma(n) parte del aparato. En estas máquinas, también, se controlará de hecho el par de torsión de los motores que accionan los rodillos accionados por motor mediante los sistemas de control respectivos a fin de
- 15 aplicar sobre los rodillos respectivos un par de torsión, de tal manera que la reacción global ejercida por el conductor en la máquina en la dirección longitudinal es igual a un valor predeterminado, por ejemplo, cero, y se le proporcionarán medios de medición adecuados para medir la reacción global ejercida por el conductor en la máquina.
- 20 Una de las ventajas de la invención consiste, por lo tanto, en que cada máquina del aparato es capaz de ajustarse por sí misma por medio de un simple bucle de retroalimentación local, sin necesidad de un control coordinado complejo de las diversas máquinas dispuestas en línea.
- 25 Naturalmente, permaneciendo inalterado el principio de la invención, los modos de realización y los detalles constructivos pueden variar ampliamente con respecto de los descritos e ilustrados meramente a modo de ejemplo no limitativo, sin salir por ello del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Aparato para trabajar piezas en bruto alargadas (C), tales como tubos, barras, secciones y tiras, que comprende una pluralidad de máquinas (10, 12, 14) dispuestas en línea a lo largo de una dirección longitudinal (x) que coincide con una dirección de alimentación de la pieza en bruto (C),
- 10 comprendiendo cada una de dichas máquinas (10, 12, 14) al menos un elemento de trabajo (18, 20, 22), que está montado de forma rotatoria alrededor de un eje de rotación (z1, z2, z3) y está adaptado para trabajar sobre la pieza en bruto (C) a fin de aplicar sobre la misma una fuerza que tenga un componente dirigido a lo largo de la dirección longitudinal (x), medios de motor para accionar al menos dicho elemento de trabajo (18, 20, 22) en rotación y una unidad de control para controlar dichos medios de motor,
- 15 caracterizado porque cada máquina (10, 12, 14) está provista de medios de medición (24) para proporcionar a la unidad de control de dicha máquina una medición de la reacción global ejercida en operación por la pieza en bruto (C) sobre dicha máquina a lo largo de la dirección longitudinal (x) y porque la unidad de control de cada máquina (10, 12, 14) está dispuesta para controlar dichos medios de motor de manera que el valor, proporcionado por dichos medios de medición, de la reacción global ejercida en operación por la pieza en bruto (C) sobre dicha máquina a lo largo de la dirección longitudinal (x) es igual a un valor predeterminado, cero incluido.
- 20 2. Aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que al menos una de dichas máquinas (10, 12, 14) está montada sobre una estructura de soporte (26) respectiva con un grado translacional de libertad en la dirección longitudinal (x) y en el que los medios de medición (24) de al menos dicha máquina (10, 12, 14) están interpuestos entre la máquina (10, 12, 14) y la estructura de soporte (26).
- 25 3. Aparato de acuerdo con la reivindicación 2, en el que al menos dicha máquina (10, 12, 14) está montada sobre la estructura de soporte (26) respectiva por medio de guías lineales (28).
- 30 4. Aparato de acuerdo con la reivindicación 2 o con la reivindicación 3, en el que dichos medios de medición (24) comprenden una célula de carga conectada en un lado a dicha al menos una máquina (10, 12, 14) y en el otro a la estructura de soporte (26) respectiva.
- 35 5. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos medios de motor comprenden, para cada elemento de trabajo (18, 20, 22), un motor respectivo.
- 40 6. Aparato de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la unidad de control de cada máquina (10, 12, 14) está dispuesta para controlar el par de torsión de cada motor de dicha máquina.
- 45 7. Aparato de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la unidad de control de al menos una de dichas máquinas (10, 12, 14) está dispuesta para definir los pares de torsión que vayan a aplicarse por los motores de dicha máquina sobre la base de un criterio de proporcionalidad predefinido.
8. Aparato de acuerdo con la reivindicación 6, en el que al menos una de dichas máquinas (10, 12, 14) comprende medios de medición adicionales para medir la fuerza normal ejercida entre la pieza en bruto y cada elemento de trabajo (18, 20, 22) y en el que la unidad de control de dicha al menos una máquina (10, 12, 14) está dispuesta para definir los pares de torsión que vayan a aplicarse por los motores de dicha máquina sobre la base de las medidas de fuerza proporcionadas por dichos medios de medición adicionales.

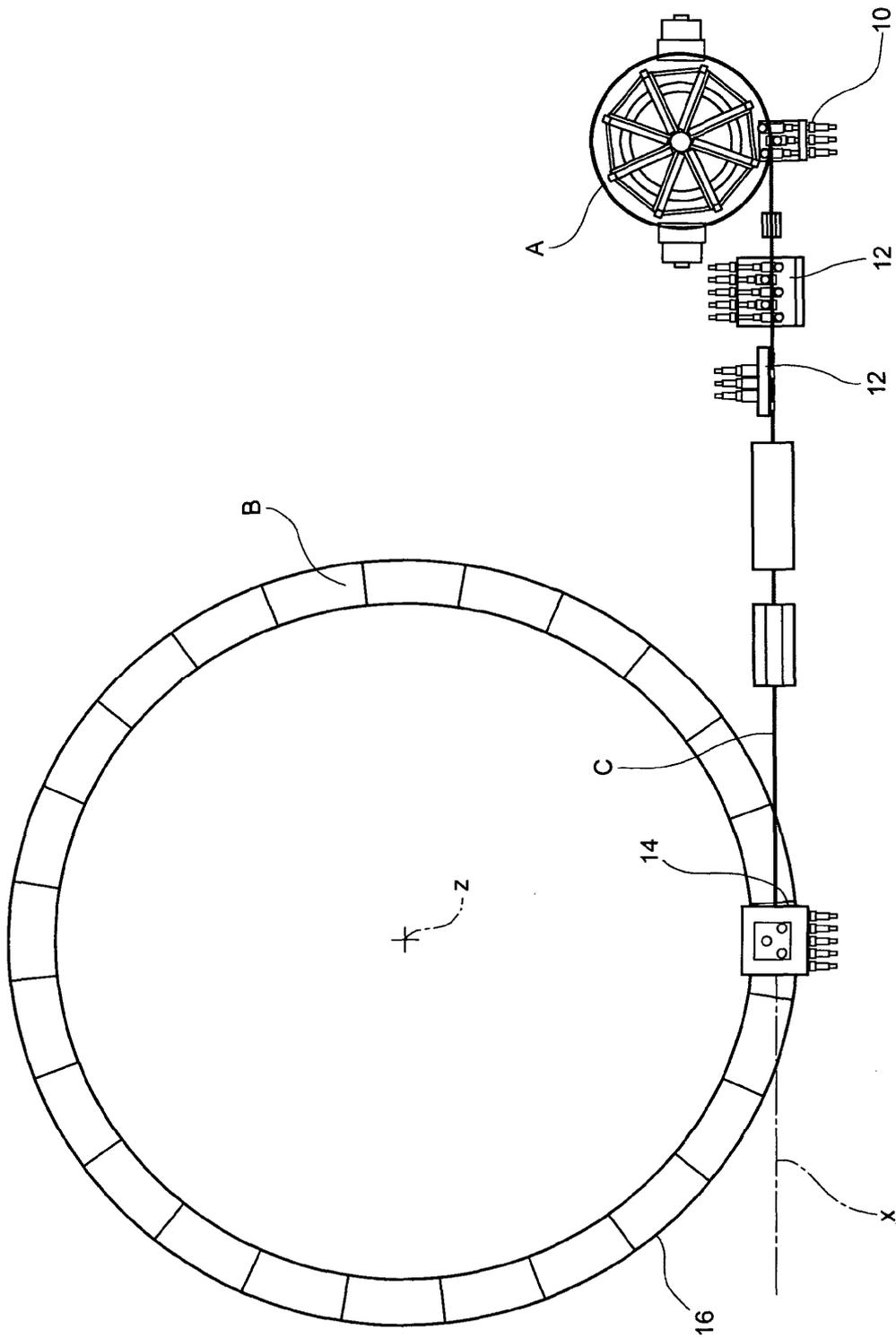


FIG. 1

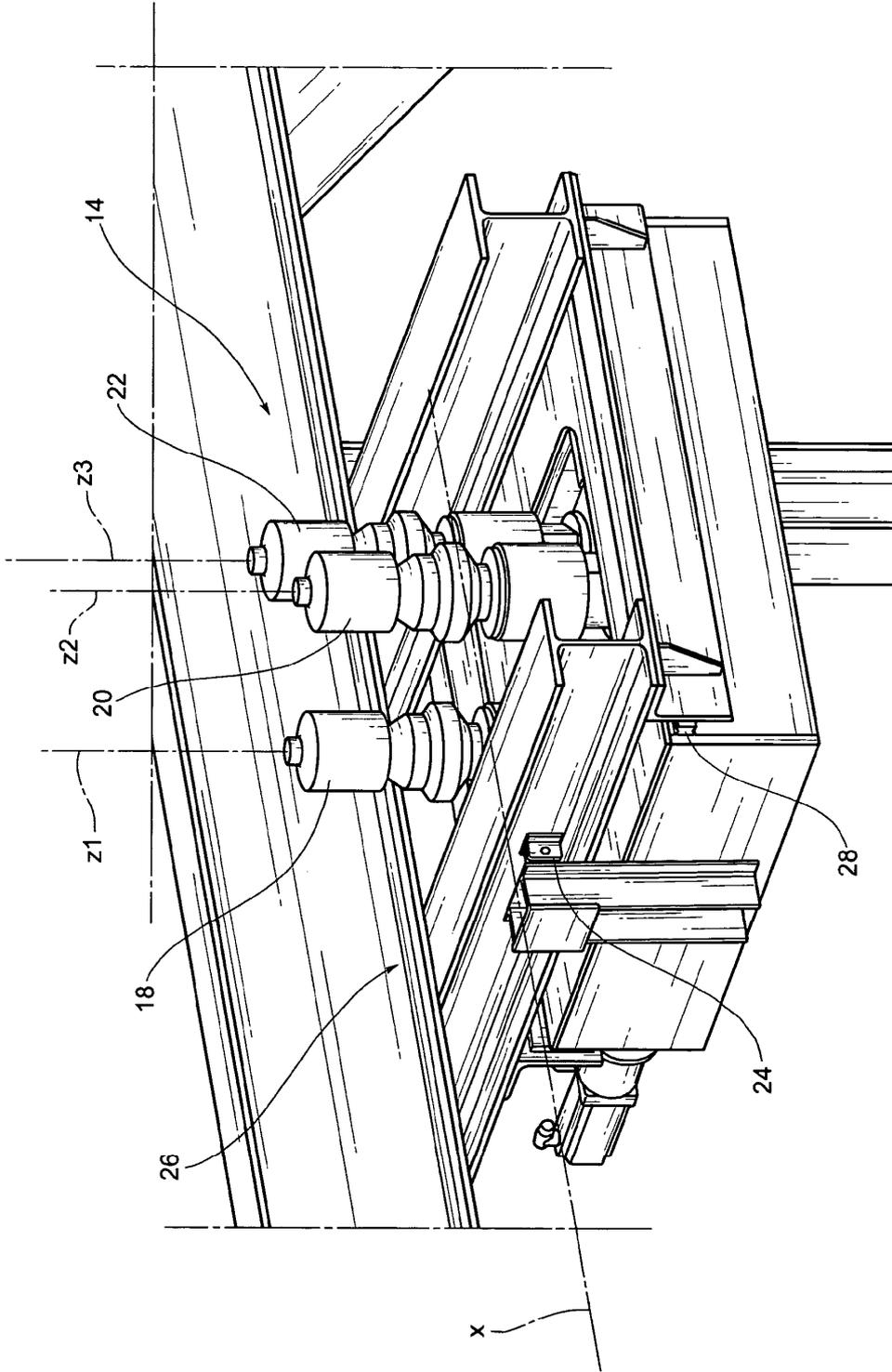


FIG. 2

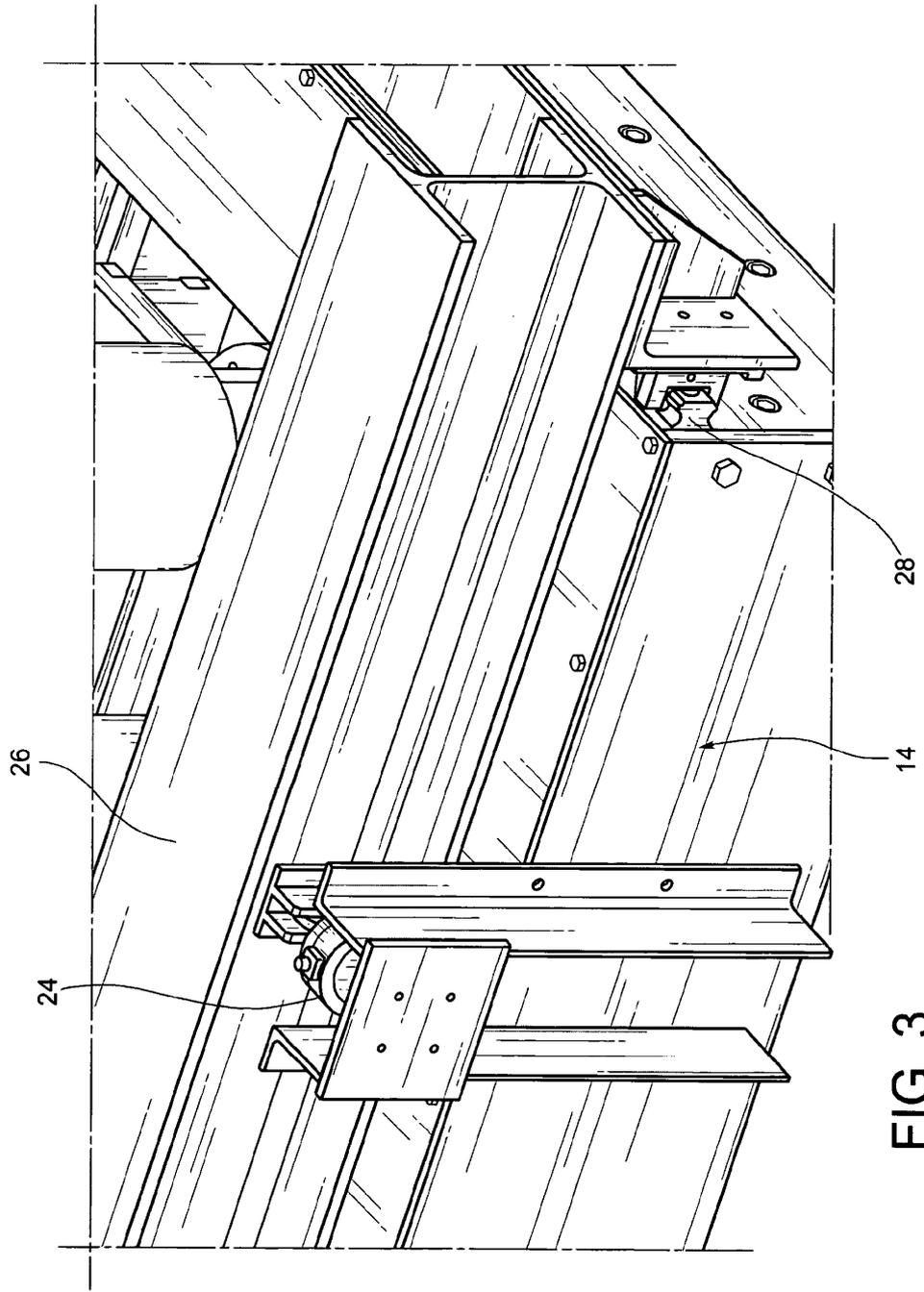


FIG. 3

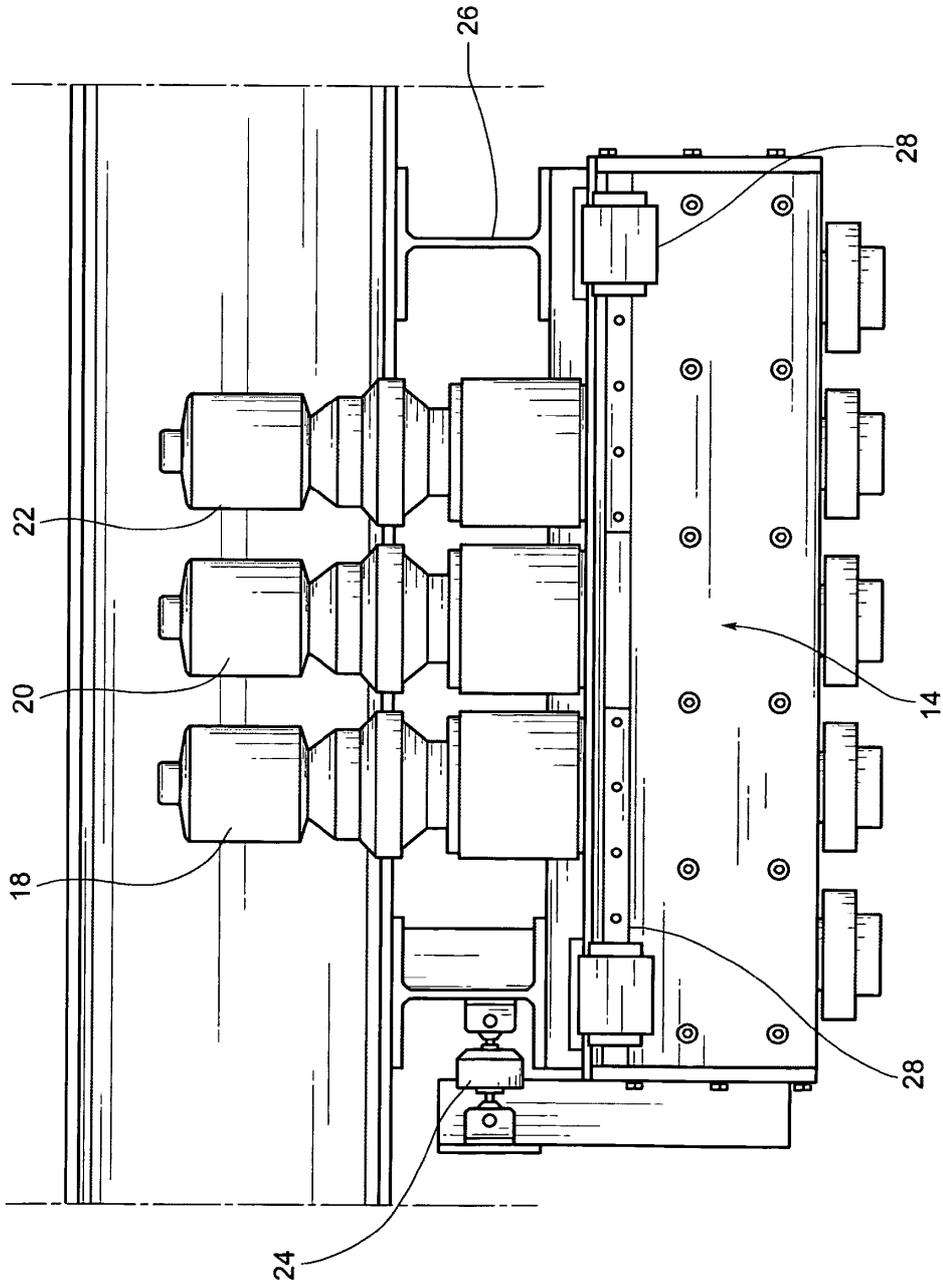


FIG. 4