

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 723 826**

51 Int. Cl.:

F28F 7/00 (2006.01)
F28F 9/013 (2006.01)
F16L 55/035 (2006.01)
F22B 37/00 (2006.01)
F28D 7/06 (2006.01)
F28D 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.05.2012 PCT/US2012/036706**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.12.2012 WO12166294**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.05.2012 E 12793187 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.02.2019 EP 2742306**

54 Título: **Herramienta de sujeción de barra anti - vibración**

30 Prioridad:

02.06.2011 US 201113151621

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

02.09.2019

73 Titular/es:

**WESTINGHOUSE ELECTRIC COMPANY LLC
 (100.0%)
 1000 Westinghouse Drive
 Cranberry Township, PA 16066, US**

72 Inventor/es:

WEPFER, ROBERT, M.

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 723 826 T3

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

DESCRIPCIÓN

Herramienta de sujeción de barra anti - vibración

Antecedentes1. Campo

- 5 Esta invención se refiere en general a intercambiadores de calor y a un aparato para prevenir la vibración dentro de la región de tubos curvados de un intercambiador de calor de tubos en U y, más en particular, a aparatos y procedimientos para la separación de las barras anti - vibración en las vías de tubos entre columnas de tubos en el región de curvas en U de tales intercambiadores de calor.

2. Técnica relacionada

- 10 El documento US 5.127.469 revela un dispositivo para aplicar una carga a la barra anti - vibración en una vía de tubos en el reborde en forma de U de un haz de tubos de un intercambiador de calor de tubos en U de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 11. Los intercambiadores de calor en forma de U se emplean comúnmente en los generadores de vapor de reactores nucleares de agua a presión. Un generador de vapor nuclear generalmente comprende un carcasa orientada verticalmente, una pluralidad de tubos en forma de U dispuestos en la carcasa para formar un haz de tubos, una placa de tubos para soportar los tubos en los extremos opuestos a la curvatura en forma de U, una placa divisoria que coopera con la placa de tubos y un cabezal de canal hemisférica para formar un colector de entrada de fluido primario en un extremo del haz de tubos y un colector de salida de fluido primario en el otro extremo del haz de tubos. Una boquilla de entrada de fluido primario está en comunicación de fluido con el colector de entrada de fluido primario y una boquilla de salida de fluido primario está en comunicación de fluido con el colector de salida de fluido primario. El lado secundario del generador de vapor comprende una carcasa dispuesta entre el haz de tubos y la carcasa para formar una cámara anular formada por la carcasa en el exterior y la envoltura en el interior, y un anillo de agua de alimentación dispuesto sobre el extremo de curvatura en forma de U del haz de tubos.

- 25 El fluido primario que se ha calentado por circulación a través del núcleo del reactor entra en el generador de vapor a través de la boquilla de entrada de fluido primario. Desde la boquilla de entrada de fluido primario, el fluido primario es conducido a través del colector de entrada de fluido primario, a través del interior del haz de tubos en U, sale por el colector de salida de fluido primario, a través de la boquilla de salida de fluido primario al resto del sistema de refrigeración del reactor. Al mismo tiempo, el agua de alimentación se introduce en el lado secundario del generador de vapor a través de una boquilla de agua de alimentación que está conectada al anillo de agua de alimentación dentro del generador de vapor. Tras entrar en el generador de vapor, el agua de alimentación se mezcla con el agua que está retornando de los separadores de humedad situados sobre el haz de tubos en U, lo que se conoce como la corriente de recirculación. Esta mezcla, llamada flujo bajante, es conducida hacia la cámara anular adyacente a la carcasa entre la carcasa y la envoltura hasta que la placa de tubos cerca del fondo de la cámara anular hace que el agua invierta la dirección, pasando a una relación de intercambio de calor con la porción exterior de los tubos en U y suba por el interior de la carcasa. Mientras el agua está circulando en relación de intercambio de calor con el haz de tubos, el calor es transferido desde el fluido primario en los tubos al agua que rodea los tubos, lo que hace que una porción del agua fuera de los tubos se convierta en vapor. A continuación el vapor sube y es conducido a través de varios separadores de humedad que separan el agua atrapada en el vapor, y el vapor sale entonces del generador de vapor y circula típicamente a través de equipos de generación eléctrica para generar electricidad de una manera bien conocida en la técnica..

- 40 La porción del generador de vapor, que incluye primariamente el haz de tubos en forma de U y el cabezal del canal, generalmente se conoce como sección de evaporador. La porción del generador de vapor sobre los tubos en forma de U que incluye los separadores de humedad se conoce generalmente como tambor de vapor. El agua de alimentación ingresa al generador de vapor a través de una boquilla de entrada que está dispuesta en la porción superior de la carcasa cilíndrica. El agua de alimentación se distribuye y se mezcla con el agua retirada por la separación de humedad y a continuación circula por el canal anular que rodea el haz de tubos.

- 50 Los tubos en U están soportados en sus extremos abiertos por medios convencionales, por lo que los extremos de los tubos están soldados en relación de estanqueidad a la placa de tubos que está dispuesta transversalmente al acceso longitudinal del generador de vapor. Una serie de placas de soporte de tubos dispuestas unas con respecto a las otras en una relación de separación axial se proporcionan a lo largo de la porción recta de los tubos con el fin de soportar la sección recta de la tubería. Se utiliza un conjunto de soporte de tubos superior para soportar la porción en forma de U de los tubos del haz de tubos. El conjunto superior comprende una pluralidad de anillos de retención dispuestos alrededor del exterior del haz de tubos en una relación de separación de unos con los otros.

- 55 Los anillos de retención, al igual que las placas de soporte de tubos, están dispuestos sustancialmente transversales al acceso longitudinal del generador de vapor. Cada anillo de retención es generalmente de una forma ovalada que

coincide con la periferia exterior del haz de tubos en la localización particular del anillo de retención. Por lo tanto, el tamaño del óvalo de los anillos de retención disminuye con las distancias al extremo superior del haz de tubos. El anillo de retención más alto, por lo tanto, es relativamente pequeño en la medida en que está situado en la porción más alta del haz de tubos en la que la forma del haz de tubos converge rápidamente.

5 Cada uno de los anillos de retención está conectado a una pluralidad de barras anti - vibración que típicamente están dispuestas entre cada columna de la porción en forma de U de los tubos. En algunos generadores de vapor, las barras anti - vibración comprenden una barra doblada en una configuración en forma de V, de manera que se forman dos patas con un ángulo entre ellas. Las barras en forma de V se insertan entre columnas sucesivas de los tubos de flujo del generador de vapor. Los extremos en V de las barras se insertan entre los tubos de flujo; los extremos libres de las barras están soldados a lados opuestos del anillo de retención apropiado. De esta manera, cada uno de los tubos del haz de tubos está soportado a lo largo de la porción curvada o en forma de U en una serie de localizaciones separadas por una barra anti - vibración. Esta disposición proporciona soporte de línea y aún así permite que el agua de alimentación fluya alrededor y entre la porción curva de los tubos del generador de vapor. En otras palabras, las barras anti - vibración proporcionan soporte y no interfieren sustancialmente con la circulación del agua de recirculación.

Las barras anti - vibración están diseñadas para evitar las vibraciones sucesivas de los tubos individuales de todo el haz de tubos. Las vibraciones en cuestión son causadas por la circulación de agua y vapor que pasa por los tubos de flujo. Estas vibraciones inducidas por la circulación pueden dañar potencialmente los tubos de flujo. Es bien sabido que la porción en forma de U del haz de tubos se ve afectada más severamente por las vibraciones y, debido a la configuración de la curva en U, es más difícil de soportar adecuadamente para eliminar las vibraciones. Si bien el advenimiento de las barras anti - vibración ha reducido materialmente la magnitud y la presencia de vibraciones, no han eliminado completamente en todos los casos el daño causado por las vibraciones.

Los aspectos mecánicos de la curvatura de la porción de la curva en U de los tubos del haz de tubos son obstáculos importantes para encontrar una solución mecánica a este problema. Los tubos en forma de U del haz de tubos tienen tolerancias dimensionales asociadas con su diámetro exterior. También hay variaciones causadas por la ovalización de los tubos como resultado de la flexión. Además, la relación espacial entre los tubos adyacentes es una variable, aunque dentro de los límites de diseño. Por lo tanto, existe una tolerancia dimensional asociada con la separación nominal entre los tubos del generador de vapor. Existe una tolerancia dimensional asociada con las dimensiones exteriores de las barras anti - vibración. La combinación de estas tolerancias y variaciones dimensionales evita la eliminación de espacios indeseables entre las barras anti - vibración y los tubos del generador de vapor. Cualquier separación grande es indeseable porque permite la vibración de los tubos y el movimiento relativo entre los tubos y las barras anti - vibración. El movimiento relativo puede causar desgaste y daños posteriores o fallos de los tubos. Por lo tanto, es importante controlar el espacio entre los tubos y las barras anti - vibración para controlar la vibración y, además, limitar la presión que ejercen las barras anti - vibración sobre los tubos, ya que demasiada presión puede dañar los tubos. Por consiguiente, un objeto de esta invención es proporcionar medios para controlar la separación entre las barras anti - vibración y los tubos antes de que las barras anti - vibración sean soldadas en sus extremos a los anillos de retención durante la fabricación del generador de vapor.

Un objeto adicional de esta invención es automatizar el proceso de separación de las barras anti - vibración de los tubos en las vías de tubos de una columna de tubos antes de que las barras anti - vibración se suelden en sus extremos a un anillo de retención correspondiente.

Un objeto adicional de esta invención es establecer una separación constante entre los tubos de flujo y las barras anti - vibración adyacentes.

Otro objeto de esta invención es proporcionar medios para crear un registro de la separación construida de las barras de vibración de los tubos de flujo después de que los extremos de la barra de vibración se hayan soldado a los anillos de retención correspondientes.

Sumario

Estos objetos anteriores se consiguen por el procedimiento de la reivindicación 1.

Preferiblemente, el ordenador registra la separación entre las barras anti - vibración y la columna de tubería entre ellas antes de la soldadura, por columna y número de barra anti - vibración. De la manera más preferible, el ordenador registra también el espacio entre las barras anti - vibración y la columna de la tubería después de la soldadura, por columna y número de barra anti - vibración. Preferiblemente, un dispositivo de medición de sensor de desplazamiento es un transformador diferencial lineal variable y el dispositivo de medición de fuerza es una célula de carga. En otra realización, el procedimiento incluye la etapa de la reivindicación 4. Las salidas permiten que el ordenador determine un punto de contacto entre las barras anti - vibración y los tubos entre las mismas. Después de determinar el punto de contacto, a continuación el ordenador puede hacer que el motor de accionamiento lineal realice ciclos para ajustar el espacio entre las barras anti - vibración y los tubos a un espacio preseleccionado antes de soldar las

barras anti - vibración al anillo de retención. Después de soldar y enfriar las barras anti - vibración, el motor de accionamiento lineal puede realizar ciclos para determinar el espacio final entre las barras anti - vibración adyacentes determinando la posición en la que no se produce carga en el conjunto de tijera. Preferiblemente, cada una de las sujeciones es una sujeción de balancín.

- 5 Las realizaciones que se proporcionan en la presente memoria descriptiva y a continuación también contemplan un dispositivo para aplicar una carga a una barra anti - vibración en una vía de tubos en la curva en forma de U de un haz de tubos de un intercambiador de calor de tubos en U de acuerdo con la reivindicación 11. Preferiblemente, las sujeciones son sujeciones de balancín y el motor de accionamiento lineal es controlado por un ordenador. Además, el dispositivo incluye un aparato de medición de desplazamiento para medir el desplazamiento de un motor de accionamiento lineal y, de esta manera la separación entre las dos sujeciones. El dispositivo tiene también preferiblemente un dispositivo de medición para medir la fuerza aplicada por el motor de accionamiento lineal sobre el conjunto de tijera.

Breve descripción de los dibujos

- 15 Una comprensión adicional de la invención puede obtenerse de la descripción que sigue de las realizaciones preferidas cuando se lee junto con los dibujos que se acompañan, en los que:

la figura 1 es una vista en perspectiva, parcialmente en sección transversal, de un generador de vapor nuclear que tiene tubos doblados en forma de U al que se pueden aplicar el procedimiento y el aparato de esta realización;

- 20 La figura 2 es una representación esquemática de una sección axial de la porción superior del generador de vapor de la figura 1, que ilustra en particular la porción doblada de los tubos de flujo y una posición de instalación típica de las barras anti - vibración comúnmente empleadas en dichos generadores;

la figura 3 es una vista en planta esquemática de un haz de tubos convencional tomada a un nivel de las barras anti - vibración, que ilustra un mecanismo convencional para posicionar las barras anti - vibración con respecto a las columnas de los tubos de flujo;

- 25 La figura 4 es una vista en planta parcial esquemática de la figura 3 que muestra la herramienta de la realización preferida que se describe en la presente memoria descriptiva, aplicada para posicionar varias de las barras anti - vibración respectivamente en las vías entre las columnas de tubos de flujo; y

- 30 la figura 5 es una representación gráfica de una curva de fuerza / distancia ejemplar que ilustra la carga de sujeción de la barra anti - vibración con respecto a la deflexión que es detectada por la herramienta que se ilustra en la figura 4.

Descripción de las realizaciones preferidas

Se hace referencia a continuación a los dibujos en los que las características similares están indicadas por los mismos números de referencia entre las diversas figuras y, en particular, a las figuras 1 y 2 que representan un generador de vapor típico al que se puede aplicar la presente realización.

- 35 El generador de vapor nuclear 10 comprende una carcasa substancialmente cilíndrica que tiene una sección superior 11 y una sección inferior 12. Un cabezal hemisférico o cabezal de canal 13 está unido en relación de obturación al extremo inferior de la porción inferior 12. Un cabezal superior 14 está unido en relación de obturación al extremo superior de la porción superior 11. Un haz 15 de tubos en forma de U está dispuesto dentro de la porción inferior 12. Un extremo del haz de tubos 15 está en comunicación de fluido con el ramal caliente 16 del cabezal de canal 13 y a una boquilla de entrada 17 de flujo de refrigerante primario. El otro extremo abierto del haz de tubos 15 está en comunicación de fluido con el ramal frío 18 del cabezal de canal 13 y una boquilla de salida de refrigerante primario 19. Una partición 20 divide el ramal caliente 16 y el ramal frío 18 del cabezal de canal 13. De este modo, el refrigerante caliente del reactor circula hacia el generador de vapor 10 y a través de la boquilla de entrada 17, a través del ramal caliente 16 al interior del haz de tubos 15 y a través y saliendo del haz de tubos 15. El refrigerante del reactor que ahora está enfriado a continuación circula a través del ramal frío 18 y sale por la boquilla de salida 19 y retorna al reactor nuclear para repetir el ciclo de flujo.

- 50 Esa porción 12 del generador de vapor 10, que incluye principalmente el haz de tubos 15 y el cabezal de canal 13, se denomina porción de evaporador. La sección superior 11 del generador de vapor 10 se conoce generalmente como la porción de tambor de vapor que incluye un separador de humedad 21. El agua de alimentación entra en el generador de vapor 10 a través de una boquilla de entrada 22 y se mezcla con el agua retirada por el separador de humedad 21. El agua de alimentación y la corriente de recirculación circula hacia abajo del tubo bajante que rodea el haz de tubos 15 y se introducen en el haz de tubos 15 en su parte de fondo adyacente a la placa de tubos en la que se aseguran los extremos del haz de tubos. La mezcla de agua de alimentación y agua de recirculación a continuación circula hacia arriba a través del haz de tubos 15, en el que es calentada a ebullición por el agua que circula en

el interior de los tubos 25 del haz de tubos 15. El vapor producido por la mezcla en ebullición del agua de alimentación y el agua retirada por los separadores de humedad 21 se eleva hacia la porción de tambor de vapor 11 en la que el separador de humedad 21 retira el agua atrapada dentro del vapor antes de que el vapor salga a través de una boquilla de salida de vapor 23. A continuación el vapor circula a una turbina de vapor (no mostrada) y posteriormente retorna al generador de vapor en el que se repite el ciclo.

Los tubos en forma de U 25 están soportados a lo largo de sus longitudes rectas en la configuración del haz de tubos 15 por una serie de placas de soporte 26. La porción doblada o en forma de U de los tubos 25 está soportada por un conjunto que comprende una serie de anillos de retención 27a, 27b y 27c. Cada uno de los anillos de retención es generalmente de configuración redonda u ovalada, siendo 27c más pequeño que 27b y 27b progresivamente más pequeño que 27a. Una serie de conjuntos de barras anti - vibración 28 está dispuesta entre columnas adyacentes de los tubos en forma de U 25. Uno de tales conjuntos de barras anti - vibración se muestra más claramente en la figura 2, entendiéndose que los conjuntos sucesivos de barras anti - vibración similares 28 están dispuestos detrás y delante del conjunto que se ilustra. Cada una de las barras anti - vibración 28a, 28b y 28c tiene una configuración en forma de V con diferentes ángulos incluidos y con sus extremos unidos, tal como por soldadura, a puntos simétricamente opuestos de los anillos de retención respectivos 27a, 27b y 27c. La figura 2 ilustra una vista esquemática en sección transversal tomada a través del haz de tubos 15 que muestra que las barras anti - vibración 28a, 28b y 28c están dispuestas para soportar la porción doblada o en forma de U de los tubos 25, haciendo notar la disposición de filas y columnas de los tubos 25.

Como se ha mencionado anteriormente, la separación de las barras anti - vibración 28a, 28b y 28c de los tubos adyacentes 25 durante la fabricación, antes de que las barras anti - vibración se suelden a los anillos de retención correspondientes 27a, 27b y 27c, es fundamental para acomodar tolerancias y variaciones de fabricación, como se ha hecho notar anteriormente, y las expansiones térmicas experimentadas en la transición de una condición de frío a un entorno de operación en estado estable caliente. Una separación demasiado ajustada puede ejercer demasiada presión sobre los tubos durante la operación, lo que puede dañar los tubos y promover la corrosión. Alternativamente, una separación demasiado grande entre las barras anti - vibración y la tubería adyacente puede reducir el efecto de mitigación de las barras anti - vibración en la vibración y también dañar los tubos. Por lo tanto, es deseable que la separación entre las barras anti - vibración 28 y el tubo 25 sea lo más cercana a las especificaciones de diseño que se pueda obtener y se aplique de manera consistente de columna a columna del haz de tubos 15.

La instalación de la barra anti - vibración se realiza en las instalaciones de fabricación, y convencionalmente requiere que las barras anti - vibración sean separadas manualmente. Como se muestra en la figura 3, las barras anti - vibración 28 están provistas de caperuzas de extremo 30 que, en un estado completamente construido, se sueldan como se muestra en 32, a los anillos de retención 27 para fijar su separación apropiada en relación con la columna adyacente de los tubos de flujo 25. Convencionalmente, para establecer la separación adecuada, se insertan bloques separadores o calibradores 34 entre las barras anti - vibración que ya han sido soldadas y la barra adyacente que se va a soldar. Una fuerza de sujeción 36 se aplica típicamente perpendicular al eje de las barras anti - vibración 28 para mantener la separación definida por los bloques separadores 34 hasta que la soldadura entre las caperuzas extremas de la barra anti - vibración 30 y el anillo de retención 27 se cure. Los separadores de tamaño discreto permiten un espacio muy pequeño entre los tubos de flujo 25 y las dos barras anti - vibración 28 adyacentes que evitarán las fuerzas de compresión en los tubos 25 a temperaturas de operación mientras mitigan las vibraciones. La selección de los bloques separadores apropiados se realiza actualmente insertando manualmente un separador, midiendo la separación resultante con varios calibradores de grosor y si se ha encontrado un espacio aceptable, la sujeción se mantiene en su lugar mientras la caperuza de extremo de la barra anti - vibración 30 es soldada al anillo de retención 27. Este es un proceso laborioso. La realización que se describe en la presente memoria descriptiva proporciona una herramienta de sujeción de la barra anti - vibración automatizada que mejora la eficiencia del proceso y proporciona un resultado constante y repetible.

La realización que se ha descrito en la presente memoria descriptiva se ilustra en la figura 4, que proporciona una vista parcial en planta del haz de tubos 15, que muestra tres columnas parciales de tubos 25 bordeadas en dos lados en las vías de tubos adyacentes por barras de vibración 28. La realización que se muestra en la figura 4 emplea una herramienta automatizada 38 para colocar las barras anti - vibración 28 con respecto a los tubos 25, antes de soldar a los anillos de retención 27. La herramienta comprende dos elementos de sujeción 40 que tienen mordazas 42 en un extremo distal que se cierran contra las barras anti - vibración adyacentes y las aseguran cuando los brazos de actuación 44, correspondientes a las mordazas respectivas 42, se acercan uno al otro. Preferiblemente, una de las mordazas 42 está asegurada en una barra anti - vibración 28 cuya caperuza de extremo 30 ya se ha fijado al anillo de retención 27 por medio de una soldadura 32. De manera deseable, los brazos de actuación 44 están conectados a las mordazas 42 por medio de un enlace de balancín 46 que realiza la transición de las mordazas 42 entre una condición abierta y una cerrada. Las mordazas están unidas a un conjunto de tijera 48 que es accionado por un motor de accionamiento lineal 50 en línea con un medidor de fuerza 52 (o célula de carga) para determinar la fuerza aplicada por el motor. Un dispositivo de medición de distancia 54, tal como un transductor diferencial variable lineal (LVDT), se monta en paralelo con el motor de accionamiento lineal 50. Alternativamente, el motor de accionamiento puede tener su propia lectura de desplazamiento.

La herramienta 38 es operada utilizando en primer lugar los elementos de sujeción 40 para sujetar el conjunto de tijera 48 a dos barras anti - vibración adyacentes cuya separación se debe ajustar. Las mordazas 42 se sitúan sobre o debajo de las barras anti - vibración 28 para ser sujetadas y las mordazas 42 están cerradas en las respectivas barras anti - vibración al dirigir los brazos de actuación 44 para hacer bascular el enlace 46 en una posición cerrada.

5 Se puede insertar una barra distribuidora que se estrecha progresivamente a lo largo de varias filas de tubos, en la columna "no soldada" 56 para garantizar que solo los tubos 25 que afectan el espacio que se está midiendo afecten la lectura. El motor de accionamiento lineal 50 realiza ciclos y las lecturas de fuerza y distancia son leídas automáticamente en un ordenador 58 que controla el motor de accionamiento lineal, para determinar la pendiente de la curva de fuerza / distancia y, a partir de un cambio en esa pendiente, el punto de contacto entre la barra anti - vibración y los tubos de flujo 25. Un ejemplo de una curva de este tipo que muestra la carga de sujeción de la barra anti - vibración con relación a la deflexión, se ilustra en la figura 5 con la distancia de deflexión mostrada en el eje X y la fuerza de carga mostrada en el eje Y en la figura 5. El contacto entre la barra anti - vibración y los tubos se produce cuando la curva realiza un cambio marcado en la pendiente en la coordenada 60. El espacio deseado está localizado en un rango estrecho de coordenadas 62, justo antes del punto en el que se produce el cambio en la pendiente. El ordenador automáticamente realiza ciclos del motor de accionamiento 50 para ajustar el espacio entre la barra anti - vibración 28 y el tubo 25 al valor deseado, por ejemplo, dentro del rango 62, antes de soldar el anillo de retención 27 a la caperuza del extremo de la barra anti - vibración 30. Después de soldar y enfriar la barra anti - vibración, el motor 50 realiza ciclos para determinar el espacio final, determinando la posición en que no se produce carga en el conjunto de tijera 48. El ordenador a continuación registra el espacio final y la localización de la barra anti - vibración.

20 Por lo tanto, la herramienta de sujeción anti - vibración automatizada y el procedimiento de esta realización proporcionan elementos separadores impulsados por motor que varían la distancia entre las barras anti - vibración adyacentes y una medición del calibrador de fuerza de la fuerza de sujeción resultante entre las barras anti - vibración, con límites para asegurar que no se produzca daño en la barra anti - vibración o en el tubo. El movimiento programado de las sujeciones para determinar la distancia de separación a la que se produce un contacto incipiente entre las dos barras anti - vibración adyacentes y la mayoría de los tubos externos garantiza resultados constantes que son repetibles. Además, el movimiento programado de las sujeciones para establecer el espacio deseado entre los tubos y las barras anti - vibración asegura la repetibilidad y la consistencia del proceso. Además, el registro de la separación antes de soldar entre los tubos de flujo y las barras anti - vibración por número de posición de la columna y la barra anti - vibración y el registro de la separación después de la soldadura por columna y el número de posición de la barra anti - vibración aseguran registros de fabricación precisos que facilitarán el mantenimiento posterior del generador.

Aunque las realizaciones específicas de la invención se han descrito en detalle, los expertos en la materia apreciarán que diversas modificaciones y alternativas a esos detalles podrían desarrollarse a la luz de las enseñanzas generales de la divulgación. Por consiguiente, las realizaciones particulares que se describen están destinadas a ser solo ilustrativas y no limitativas en cuanto al alcance de la invención a la que se le debe dar la amplitud completa de las reivindicaciones adjuntas y cualquiera y todos sus equivalentes.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para instalar barras anti - vibración (28) en la curva en forma de U de un haz de tubos (15) de un intercambiador de calor de tubos en U (10), en el que el haz de tubos tiene una pluralidad de filas de tubos (25), dispuestas en columnas, con la vías de tubos entre ellos, comprendiendo el procedimiento las etapas de:
 - 5 conectar dos sujeciones (42) que están articuladas una con la otra en una junta de tijera, respectivamente, a dos barras anti - vibración adyacentes (28) colocadas respectivamente en la curva en U en las vías de tubos de dos columnas adyacentes de tubos (25) del haz de tubos (15), teniendo cada una de las sujeciones un brazo de actuación (44) aguas arriba de la junta de tijera, formando las sujeciones, los brazos de actuación y la junta de tijera un conjunto de tijera (48);
 - 10 operar un motor de accionamiento lineal (50) conectado al conjunto de tijera (48) para ajustar la distancia entre las sujeciones (42) y, por lo tanto, la distancia entre las dos barras anti - vibración adyacentes (28) para alterar la separación entre las barras anti - vibración y la columna de tubos (25) entre las dos barras anti - vibración adyacentes, en el que el motor de accionamiento lineal (50) incluye un dispositivo de medición de desplazamiento (54) y fuerza (52);
 - 15 controlar la fuerza ejercida por el motor de accionamiento lineal (5) sobre las dos barras anti - vibración adyacentes (28) con un ordenador (58);

realizar los ciclos del motor de accionamiento lineal (50) y las salidas de fuerza y distancia son leídas en el ordenador (58) para determinar cuándo las barras anti - vibración (28) se encuentran adyacentes a los tubos (25) sin presionar los tubos;
 - 20 separar las barras anti - vibración (28) una distancia preseleccionada de los tubos (25); y

soldar las partes extremas (30) de las barras anti - vibración (28) a un anillo de retención correspondiente (27) que rodea una periferia de una porción curva de la curva en forma de U del haz de tubos (15).
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el ordenador (58) registra la separación entre las barras anti - vibración (28) y la columna de tubos (25) entre ellas antes de realizar la soldadura por número de la columna y de la barra anti - vibración.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el ordenador (58) registra la separación entre las barras anti - vibración (28) y la columna de tubos (25) entre ellas después de la soldadura por número de columna y de barra anti - vibración.
4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la etapa de realizar el ciclo lee salidas de fuerza y de distancia en el ordenador (58) para determinar la pendiente de una curva de fuerza / distancia, para determinar cuándo las barras anti - vibración (28) se encuentran en posición adyacente a los tubos (25) sin presionar los tubos.
5. El procedimiento de la reivindicación 4, en el que el ordenador (58) determina un punto de contacto entre las barras anti - vibración (28) y los tubos (25).
6. El procedimiento de la reivindicación 5, en el que después de determinar el punto de contacto, el ordenador (58) realiza ciclos del motor de accionamiento lineal (50) para ajustar un espacio entre las barras anti - vibración (28) y los tubos (25) a un espacio preseleccionado antes de soldar la barra anti - vibración al anillo de retención (27).
7. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que después de soldar y enfriar la barra anti - vibración (28), el motor de accionamiento lineal (50) realiza ciclos para determinar el espacio final entre las barras anti - vibración adyacentes determinando la posición en la que no se produce carga en el conjunto de tijera (48).
8. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el dispositivo de medición de desplazamiento (54) es un transformador diferencial lineal variable.
9. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el dispositivo de medición de fuerza (52) es una célula de carga.
10. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que cada una de las sujeciones (42) es una sujeción de báscula.
11. Un dispositivo (38) para aplicar una carga a la barra anti - vibración (28) en una vía de tubos en la curva en forma de U de un haz de tubos (15) de un intercambiador de calor de tubos en U (10) para colocar la barra anti - vibración a una distancia preseleccionada de una columna adyacente de tubos (25) en el haz de tubos antes de soldar la barra anti - vibración a un anillo de retención (27) que rodea el exterior de una porción del haz de tubos, **caracterizado en que** el dispositivo comprende:

dos sujeciones (42) que están articuladas una a la otra en una junta de tijera, teniendo cada sujeción un brazo de actuación (44) aguas arriba de la junta de tijera, formando las sujeciones, los brazos de actuación y la junta de tijera un conjunto de tijera (48);

5 un motor de accionamiento lineal (50) conectado al conjunto de tijera (48) y operable para ajustar la distancia entre las dos sujeciones (42);

un dispositivo de medición de desplazamiento (54) para medir el desplazamiento del motor de accionamiento lineal (50) y, por lo tanto, el cambio en la distancia entre las dos sujeciones (42); y

un dispositivo de medición de fuerza (52) configurado para medir la fuerza que las dos sujeciones imparten sobre las barras anti - vibración (28).

10 12. El dispositivo de la reivindicación 11, en el que las sujeciones (42) son sujeciones de báscula.

13. El dispositivo de la reivindicación 11, en el que el motor de accionamiento lineal (50) está controlado por un ordenador (58).

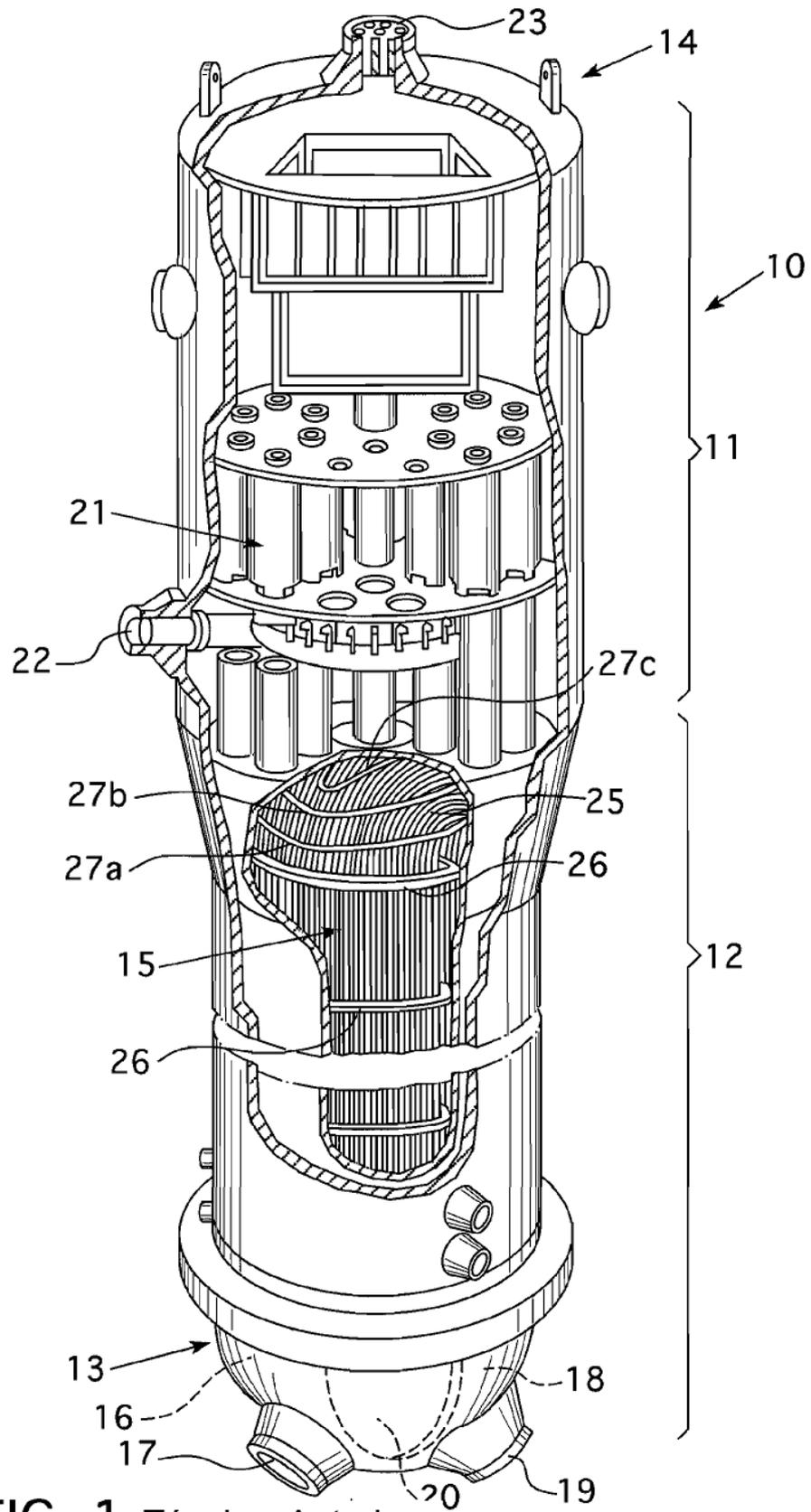


FIG. 1 Técnica Anterior

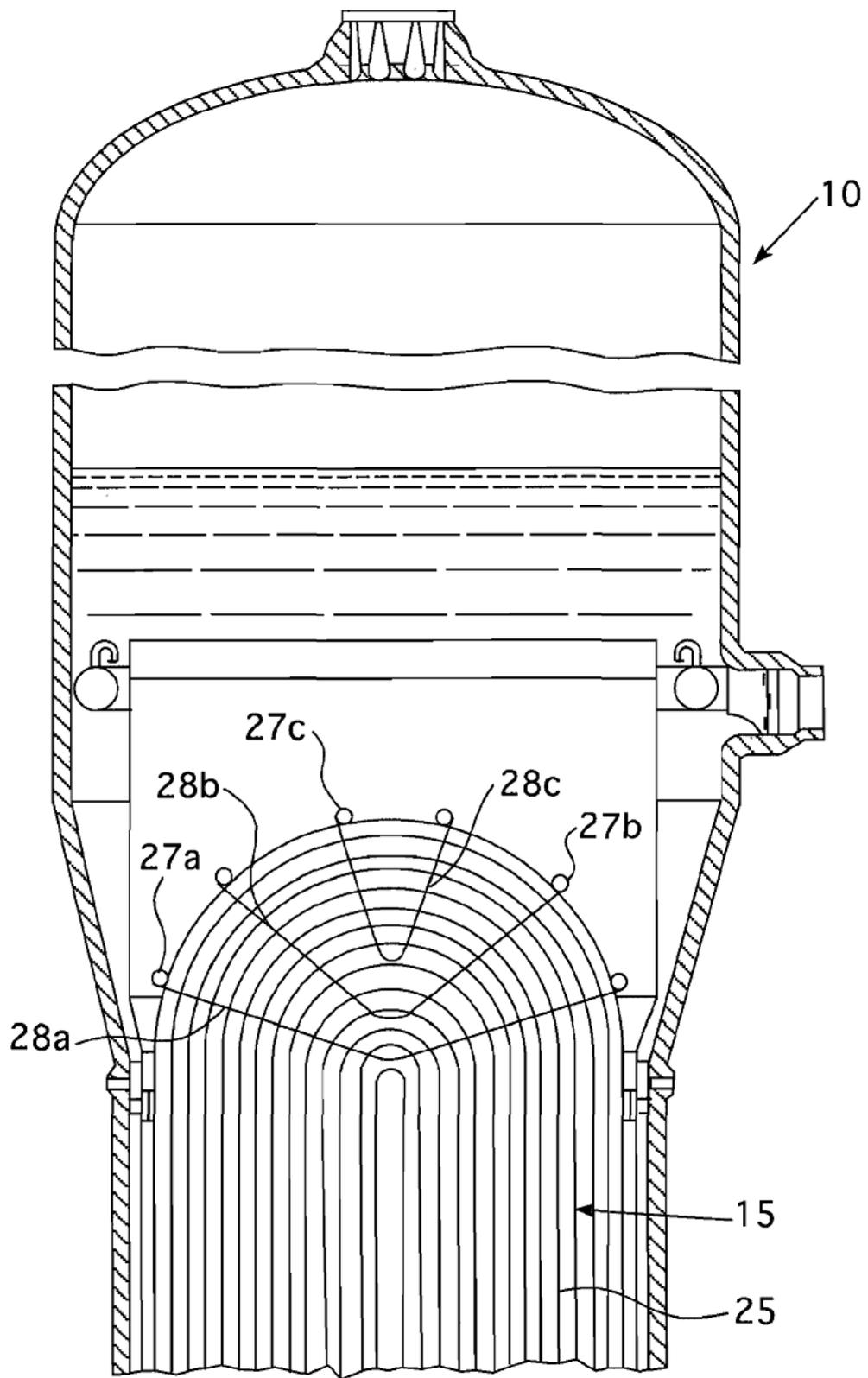


FIG. 2 Técnica Anterior

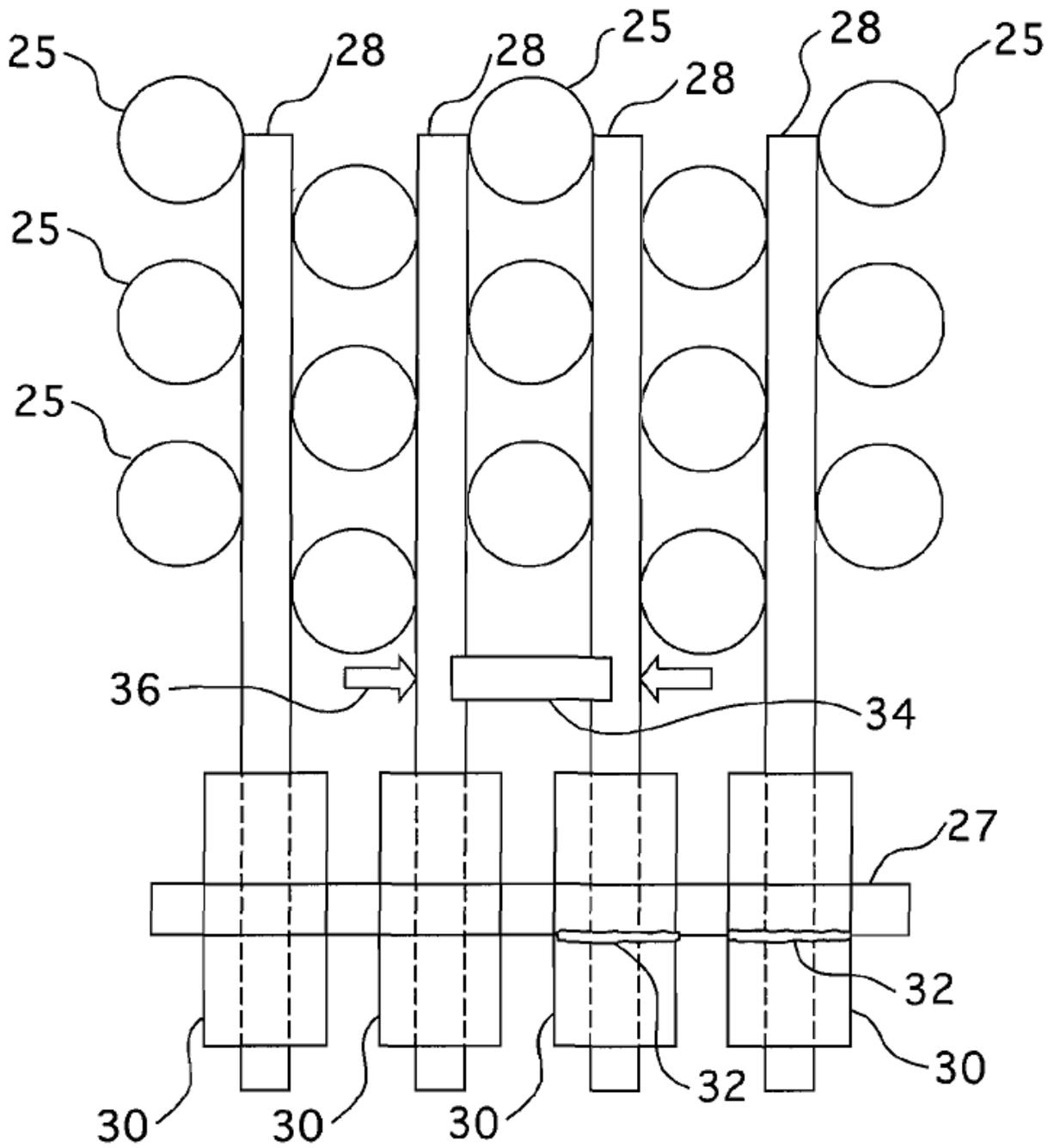


FIG. 3 Técnica Anterior

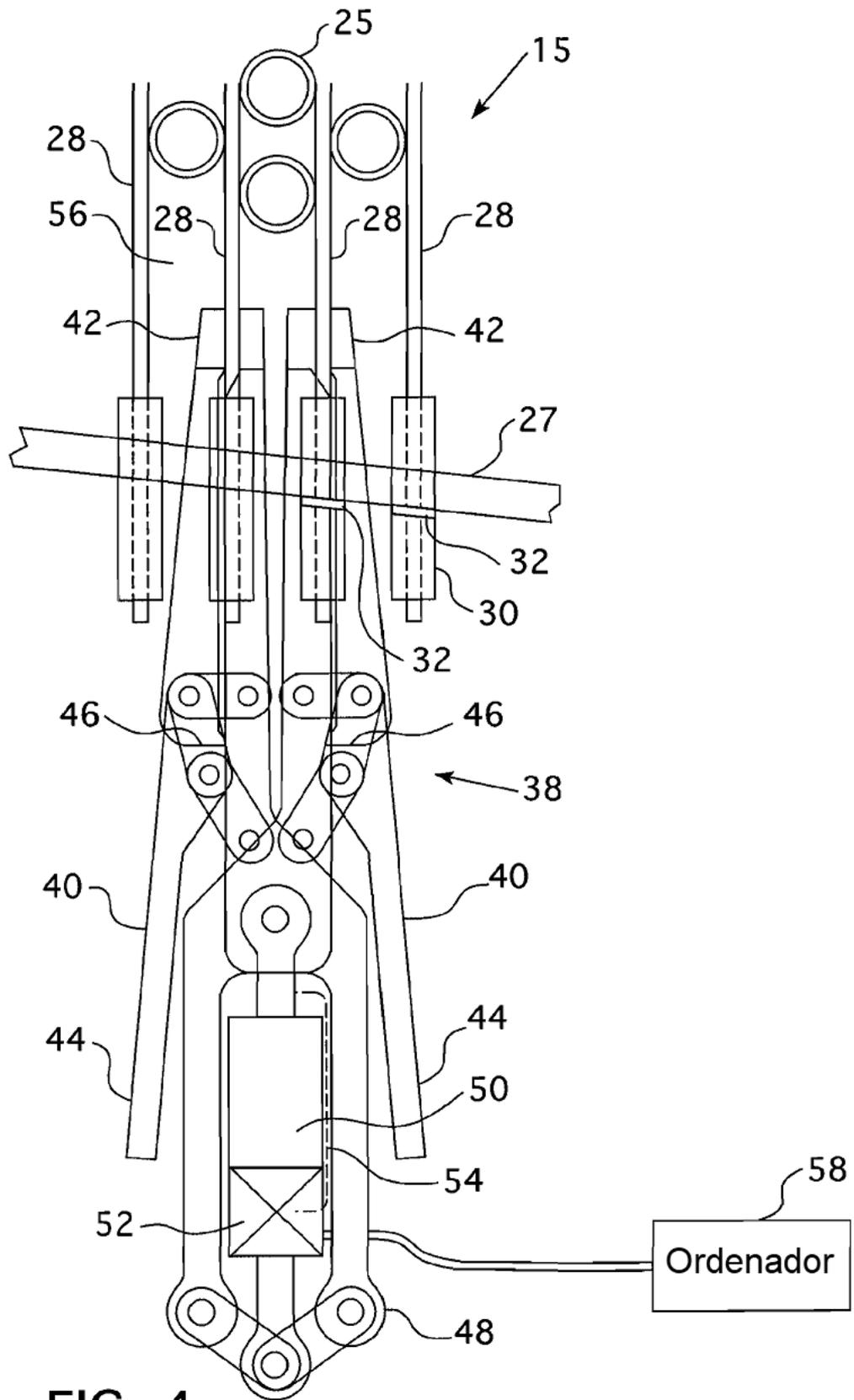


FIG. 4

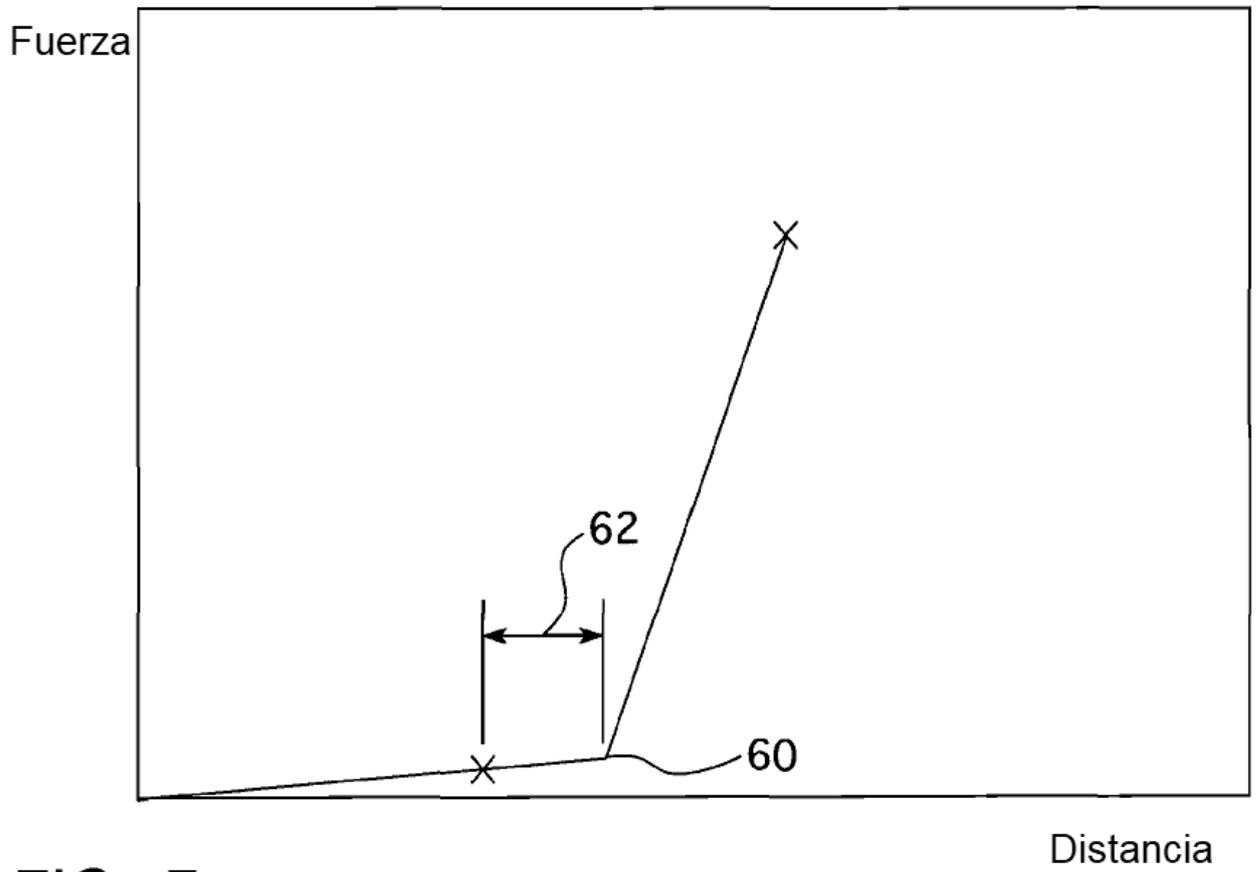


FIG. 5