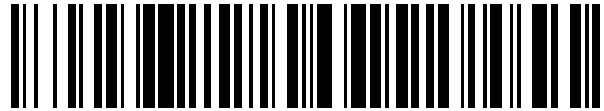


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 749 920**

51 Int. Cl.:

**B29C 53/08**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.03.2016 PCT/CA2016/050302**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.10.2016 WO16168917**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.03.2016 E 16782414 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2019 EP 3285985**

54 Título: **Método y aparato de doblado de tubos plásticos**

30 Prioridad:

**23.04.2015 US 201562151669 P**

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

**24.03.2020**

73 Titular/es:

**CMP AUTOMATION INC. (100.0%)  
229 Boida Ave.  
Ayr, Ontario N0B 1E0, CA**

72 Inventor/es:

**WEINHARDT, HENRY D.;  
WEINHARDT, A. DANIEL y  
SHWERY, ROBERT M.**

74 Agente/Representante:

**IZQUIERDO BLANCO, María Alicia**

ES 2 749 920 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

Método y aparato de doblado de tubos plásticos

5 **Antecedentes de la invención**

[0001] Esta invención se refiere a la flexión de tubos plásticos, particularmente tubos de nylon, pero no necesariamente limitados a los mismos, y en particular como se aplica a la aplicaciones de automoción, aparatos y otros usos comerciales o industriales, pero no necesariamente limitados a los mismos.

10 [0002] A lo largo de esta memoria descriptiva, por conveniencia, el término "nylon" puede usarse para referirse al material plástico del tubo. Sin embargo, excepto donde el contexto indique lo contrario, la expresión pretende incluir otros materiales de tubos de plástico, que incluyen, por ejemplo, resina, poliamida o materiales a base de nylon.

15 [0003] Se utilizan varios tubos de plástico/nylon para transportar líquidos y vapores en muchas aplicaciones, incluidas las aplicaciones automotrices. Estos tubos son semirrígidos con propiedades muy estables en diversas condiciones de calor y luz y, por lo tanto, son adecuadas para transportar líquidos, incluidos combustibles y vapores de combustible.

20 [0004] En estas aplicaciones, de modo que el tubo puede ser colocado, generalmente requiere ser formado a un contorno específico, es decir, con varios radios de curvatura, ángulos de curvatura, inflexión de rotaciones, y las distancias entre las curvas. Este proceso de formación requiere una secuencia por etapas de calentamiento, flexión y enfriamiento.

25 [0005] Actualmente se utilizan muchos métodos para formar tubos de plástico/nylon utilizando esta secuencia de calentamiento, flexión y enfriamiento. Por lo general, utilizan herramientas de conformación dedicadas para producir un contorno que consiste en múltiples curvas de radios variables, ángulo de curvatura, rotación de curvatura y distancia entre curvas. El tubo se calienta usando aire caliente u otros medios en su forma recta, se transfiere a una herramienta de formación de acero o una serie de herramientas para doblar el tubo al contorno deseado, se enfría en su lugar usando aire o agua fría u otros medios, y se retira después de haber logrado el contorno deseado. Debido a la naturaleza dedicada de estos métodos de doblado, el herramental es costoso y generalmente no es fácilmente reconfigurable para diferentes contornos. Los cambios de contorno son muy comunes, costosos y lentos. Esto es desproporcionadamente costoso, especialmente para producir tubos en cantidades relativamente bajas. Las herramientas y máquinas dedicadas también requieren un gran espacio de fabricación.

35 [0006] La patente de los Estados Unidos nº 5.516, 479 (Schimmelpfennig et al.) es un ejemplo típico de la técnica anterior, en donde una sección de tubería se calienta en un baño de agua y luego se coloca alrededor de una o más placas de doblado, luego se calienta más (por ejemplo, por aire caliente), luego se enfría desde el interior de la tubería con aire comprimido frío, luego se enfrió aún más en un baño de agua fría. No hay doblado y enfriamiento en una ubicación de doblado mientras que la siguiente ubicación de doblado se calienta para doblar, y una vez configurado, el aparato no se puede reconfigurar fácilmente para diferentes configuraciones de tubería.

40 [0007] En vista de lo anterior, existe una necesidad de un método fácilmente reconfigurable de doblar tubos de plástico/nylon que es eficaz y eficiente, y para el aparato que lleve a cabo el mismo.

45 [0008] Además de ser fácilmente reconfigurable, el método y aparato idealmente tendría un tamaño razonablemente pequeño, y un tiempo de ciclo corto para cada curva.

**BREVE RESUMEN DE LA INVENCION**

50 [0009] En consecuencia, en vista de los problemas descritos anteriormente encontrados en la técnica anterior, un objeto principal de la presente invención es crear un método y aparato fácilmente reconfigurables para doblar tubos de plástico/nylon. En la invención, se forma un tubo de plástico usando el método convencional de una secuencia por etapas de calentamiento, flexión y enfriamiento. Sin embargo, el medio por el cual esto se logra es flexible para facilitar la configuración inicial, así como la reconfiguración para diferentes contornos.

55 [0010] En el método de la invención, el tubo de plástico se dobla haciendo avanzar primero el tubo para posicionar una deseada primera ubicación de curva del tubo en una estación de flexión y de enfriamiento, habiéndose calentado previamente la ubicación de la curva del tubo por un conjunto de calentamiento de tubos suficiente para doblarlo. A continuación, el conjunto de calentamiento del tubo se mueve a la siguiente ubicación de curva deseada del tubo. Doblar y enfriar el tubo en la primera ubicación de doblado, y calentar en la siguiente ubicación de doblado deseada, luego tener lugar con la ventana de tiempo para doblar y enfriar solapando con la ventana de tiempo para calentar en la siguiente ubicación de doblado. Luego, el tubo se hace avanzar para colocar dicha ubicación de doblez deseada en la estación de doblado/enfriamiento, y se gira si es necesario para la siguiente orientación de doblez deseada. Estos pasos se repiten hasta que se hayan completado todas las curvas deseadas. Como resultado de las ventanas de tiempo superpuestas, el tiempo de ciclo total para calentar, doblar y enfriar se reduce sustancialmente en comparación con llevar a cabo el calentamiento, doblado y enfriamiento secuencialmente.

5 [0011] El aparato preferido para llevar a cabo el método de la invención tiene una base; una estación de doblado/enfriamiento montada en la base, que incluye medios para doblar y enfriar el tubo; un conjunto de sujeción de tubo montado en una pista en la base, movable hacia y lejos de la estación de doblado/enfriamiento, e incluye dedos de sujeción de tubo para agarrar el tubo de plástico para avanzar a través de la estación de doblado/enfriamiento, y un conjunto de rotación de tubo para girar el tubo; un conjunto de calentamiento de tubos montado en la pista, entre la estación de doblado/enfriamiento y el conjunto de sujeción de tubos, que incluye medios para calentar el tubo; servomotores respectivos para mover el conjunto de sujeción de tubos en el riel, para mover el conjunto de calentamiento del tubo en el riel, para girar los dedos de sujeción del tubo para rotar el tubo, y para accionar un troquel de flexión giratorio en la estación de doblado/enfriamiento para doblar el tubo en un troquel de ubicación de radio de curvatura; y medios de control programables para monitorear y controlar los servomotores y las temperaturas y tiempos de calentamiento y enfriamiento, incluyendo mover el conjunto de calentamiento del tubo a una posición para calentar una próxima ubicación de curva mientras el tubo se dobla en una ubicación de curva.

15 [0012] En realizaciones preferidas, todas las funciones de flexión de la máquina (distancia entre las curvas, la rotación entre las curvas, y ángulo de la curva) se llevan a cabo usando servomotores. El tubo se mantiene en su forma recta y se avanza en cada paso de calentamiento, doblado y enfriamiento en serie hasta que se completa un contorno final.

20 [0013] Preferiblemente, la estación de doblado/enfriamiento incluye medios para alojar al menos dos diferentes tamaños de radios de curvatura seleccionables a través de medios programables.

25 [0014] Preferiblemente, para facilitar la alimentación continua de tubo de un rollo en vez de en longitudes discretas, también se proporciona un sistema de corte de tubo, para cortar el tubo a la longitud deseada después de lograrse su última curva. Sin embargo, si se desea, se pueden usar longitudes precortadas y cargarse manualmente o desde un alimentador.

30 [0015] Cada contorno de curvatura individual requiere una función de calentamiento y enfriamiento separada además de la actuación de herramientas de curvatura. Los contornos de tubo con múltiples curvas requieren múltiples secuencias de formación aplicadas en serie. Las asignaciones de tiempo minimizadas para calentamiento y enfriamiento son particularmente importantes y se abordan en esta invención haciendo que el calentamiento de un doblez tenga lugar al menos parcialmente al mismo tiempo que el enfriamiento del doblez anterior, de modo que se minimice el tiempo total del ciclo.

35 [0016] Se espera que los distintos diámetros de tubo y radios de curvatura puedan ser alojados en diferentes momentos, y realizaciones preferidas de la invención aseguran que el cambio físico de utillaje esté optimizado para simplicidad para los usuarios.

40 [0017] A continuación se describirán detalles adicionales de la invención o se harán evidentes en el curso de la siguiente descripción detallada y dibujos de realizaciones de la invención, que se presentan como ejemplos solamente.

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

[0018] Los ejemplos de la invención se describirán ahora con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 45 La figura 1 es una visión general del aparato en la vista superior;
- La figura 2 es una vista en perspectiva del conjunto de indexación de tubo;
- 50 Las figuras 2a y 2b son vistas en perspectiva para ilustrar cómo el movimiento del carro del conjunto de indexación del tubo provoca el desplazamiento de los soportes del tubo;
- La figura 3 es una vista en perspectiva del conjunto de calentamiento del tubo;
- 55 La figura 3a es una vista en perspectiva que muestra los colectores de suministro de aire caliente;
- La figura 4 es una vista frontal en perspectiva del conjunto de flexión/enfriamiento del tubo;
- La figura 5 es una vista en perspectiva posterior del conjunto de flexión/enfriamiento del tubo;
- 60 La figura 6 es una vista en perspectiva que muestra las matrices de flexión con el tubo en posición para una curva de radio pequeño;
- Las figuras 6a a 6c son vistas laterales que muestran la secuencia de flexión;
- 65 La figura 6d es una vista en perspectiva similar a la figura 6, pero que muestra las matrices de flexión con el tubo en posición para una curva de radio grande;

La figura 7a es una vista en sección transversal que muestra los conductos de enfriamiento y el tubo en posición para una curva de radio pequeño;

5 La figura 7b es una vista en sección transversal similar a la figura 7a, pero que muestra el conjunto de flexión/enfriamiento desplazado a una posición para una curva de radio grande;

La figura 8 es una vista en perspectiva del conjunto de corte de tubo;

10 La figura 9 es una vista en perspectiva de un ejemplo de un tubo de nylon producido por el método y el aparato.

## **DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION**

### **Descripción general**

[0019] La figura 1 muestra un ejemplo preferido del aparato general para doblar el tubo 1, que puede ser una longitud precortada, o que puede suministrarse desde un rollo 3 (mostrado solo esquemáticamente). El aparato incluye una base 2, que soporta un conjunto de indexación de tubo 10, un conjunto de calentamiento de tubo 20, un conjunto de flexión/enfriamiento de tubo 30 y un conjunto de corte de tubo 40. El conjunto de indexación de tubo 10, y el conjunto de calentamiento de tubo 20 y el conjunto de corte de tubo 40, se mueven a lo largo de las pistas 5.

### **Indexación**

25 [0020] La Figura 2 muestra el sistema de indexación de tubo 10. El tubo 1 está sujeto por los dedos de sujeción del tubo 11 en un conjunto de sujeción del tubo 12, montado de forma giratoria en un carro 13. Los dedos de sujeción del tubo se activan para agarrar el tubo. El carro 13 avanza hacia la estación de flexión/enfriamiento 30 mediante un servomotor de avance de tubo 14, que acciona un engranaje para mover el carro a lo largo de una cremallera 15 montada en una de las pistas 5. De este modo, el control del servomotor de avance del tubo 14 determina la posición longitudinal del tubo en la estación de flexión/enfriamiento 30.

30 [0021] Los tubos largos requieren soporte longitudinal en todo el proceso, para permitir que el tubo permanezca en un perfil horizontal lineal para el posicionamiento correcto en la estación de doblado/enfriamiento. A medida que el carro 13 avanza hacia la estación de doblado/enfriamiento, una serie de soportes de tubos 16 se bajan individualmente de las levas 17 para permitir que pase el carro. Como se ve mejor en las Figs. 2a y 2b, las levas 17 entran en contacto con las barras 171 que están conectadas a los respectivos bloques de pivote 172, para rotar los soportes del tubo hacia abajo contra el sesgo ascendente de los resortes 173. La longitud de las barras corresponde al tiempo que el soporte del tubo debe mantenerse alejado del carro.

35 [0022] El carro 13 también lleva un servomotor de rotación del tubo 18, directamente acoplado a una caja de cambios de eje hueco que sostiene el tubo de sujeción del conjunto 12. Por lo tanto, la orientación rotacional del tubo en la estación de flexión/enfriamiento 30 está controlada por el servomotor de rotación del tubo 18, y la posición longitudinal del tubo está controlada por el servomotor de avance del tubo 14. La configuración hueca permite que se carguen tubos largos (desde configuraciones rectas o helicoidales) desde detrás de los dedos de sujeción del tubo 11, aunque en algunas realizaciones las longitudes precortadas podrían cargarse desde el frente.

40 [0023] El conjunto de sujeción de tubo 12 tiene útiles intercambiables para acomodar varios diámetros de tubo y permitir un cambio manual bastante simple. Específicamente, el disco 19, que tiene una abertura central, puede cambiarse por un disco con un diámetro de abertura diferente, para acomodar un diámetro de tubo diferente. El disco no tiene ninguna función operativa particular, aparte de evitar que el tubo caiga entre los dedos de sujeción 11 cuando se abren.

### **Calentamiento**

45 [0024] La figura 3 muestra el conjunto de calentamiento de tubos 20, que también se controla y acciona a lo largo del bastidor 15 y las pistas 5. Un aspecto importante de la invención es que controlar la posición del conjunto de calentamiento de tubos permite que la próxima ubicación de curvatura sea calentada por el conjunto de calentamiento de tubos 20 mientras la ubicación actual se dobla en la estación de flexión/enfriamiento 30. Este proceso paralelo mejora en gran medida el tiempo del ciclo en comparación con los pasos de calentamiento y enfriamiento secuenciales y separados.

50 [0025] La Figura 3 ilustra los elementos y funciones del conjunto de calentamiento del tubo 20. El aire comprimido se suministra a los puertos de aire 21. El aire pasa por las bobinas de calentamiento eléctrico 22 y hacia los colectores de suministro de aire caliente 23 a cada lado del tubo para que el aire caliente envuelva completamente el tubo. La figura 3a muestra dos de los colectores en la posición de calentamiento, con los otros retirados para mayor claridad. El aire caliente sale de los colectores a través de los orificios de salida 29. Se monta un termopar 24 para controlar y

permitir el control de la temperatura real del aire en su punto de aplicación. Cuando el tubo **1** avanza a la posición de curva actual, el servomotor de posicionamiento del calentador **25** acciona un engranaje para mover el carro **26** del conjunto de calentamiento del tubo a la ubicación en el tubo donde estará la siguiente curva. Se proporcionan múltiples colectores **23**, para acomodar especificaciones de radios de curvatura variables. Por ejemplo, un radio de curvatura grande requerirá que se caliente un área más larga del tubo que para una curva cerrada. Los cilindros **27** de avance y retracción del colector (uno por colector) se accionan para avanzar uno o más colectores, dependiendo de los requisitos de curvatura, y el aire caliente lleva la temperatura del tubo a un estado ideal para la formación. La retracción de los colectores también permite controlar el tiempo de calentamiento, lo cual es altamente deseable para optimizar la temperatura de formación del tubo.

**[0026]** Este proceso de calentamiento con aire caliente dirigido a través de colectores múltiples y accionados independientemente con retroalimentación termopar, es muy ventajoso en términos de producción de un método de fabricación estable. Los cilindros **27** de avance y retracción del colector proporcionan un medio para aplicar y eliminar calor durante el tiempo correcto necesario para alcanzar la temperatura de formación deseada. A medida que el carro **26** avanza hacia la estación de doblado/enfriamiento, la leva **28** baja individualmente una serie de soportes de tubo para permitir que pase el carro, como con el carro del sistema de indexación de tubo **10**.

**[0027]** Para la flexión óptima, el tubo de nylon debe ser calentado a una temperatura en el intervalo de aproximadamente 180-240 Celsius. En este ejemplo de la invención, este calentamiento se realiza usando una corriente constante de aire caliente calentado a aproximadamente 250 grados Celsius. Esto calienta el tubo al rango de temperatura deseado en aproximadamente 10 segundos. Obviamente, la invención no se limita a esta temperatura particular del aire caliente y al tiempo de calentamiento. Las temperaturas óptimas y los tiempos de calentamiento se determinan caso por caso para cualquier característica dada del tubo, a través de experimentos de rutina.

### **Doblado**

**[0028]** Las figuras 4 y 5 muestran la estación de doblado/enfriamiento **30**. La estación incluye un conjunto doble de matrices de localización de radio de curvatura, a saber, una matriz de radio pequeño **31** y una matriz de radio más grande **31'**, un conjunto dual correspondiente de matrices de flexión giratorias **32** y **32'**, herramientas de sujeción de tubos **33** que se accionan neumáticamente para mover horizontal y verticalmente a una posición para mantener el tubo recto durante el doblado, y un servomotor de accionamiento de doblado **34** que está conectado para girar los troqueles de doblado. La herramienta de sujeción es para contrarrestar el tubo que desea elevar justo por delante del radio de curvatura, ubicar las matrices a medida que las matrices de flexión forman la curva deseada.

**[0029]** Los troqueles de ubicación de radio de curvatura **32** y **32'** también sirven como herramientas de aplicación de enfriamiento, tal como se describe más adelante a continuación.

**[0030]** Tanto los troqueles de ubicación de radio de curvatura **31** y **31'** y troqueles de doblado pivotantes **32** y **32'** son intercambiables para acomodar diferentes diámetros de tubo y radios de curvatura y permitir el cambio manual.

**[0031]** Las figuras 6 a 6d ilustran adicionalmente la herramienta que se aplica cada curva al tubo precalentado **1**. Las figuras 6a a 6c en particular muestran la secuencia de flexión. La matriz de doblado pivotante **32** se mueve a lo largo de un arco relativo al radio de curvatura para localizar la matriz **31**. El troquel de flexión giratorio **32** está montado para girar libremente sobre su eje, para evitar posibles daños al tubo precalentado. El troquel de flexión giratorio **32** produce la cantidad deseada de ángulo de curvatura en cada curva. Esta función accionada por un servomotor, es decir, por el servomotor de accionamiento de curva **34**, es un aspecto importante de la invención. Esto es porque la relajación del ángulo de curvatura del tubo después de doblar es un factor conocido en el doblado de tubos de plástico/nylon. En esta invención, el ángulo de doblado puede ajustarse controlando el servomotor de actuación de doblado **34**, para acomodar la relajación en el ángulo del tubo doblado. El parámetro de temperatura de precalentamiento también afecta la relajación del ángulo de curvatura; un tubo que se calienta a la temperatura de formación correcta requerirá menos flexión excesiva para compensar la relajación. Cuando una parte específica del tubo se programa para producir un contorno final del tubo, estos dos parámetros, temperatura y ángulo de curva del servomotor, se ajustan mediante experimentación de rutina, hasta que se logra un resultado final estable y reproducible. Ser capaz de controlar la actuación de doblez a través de un servomotor facilita enormemente esta experimentación de rutina, haciendo mucho más fácil optimizar la producción de una nueva pieza rápidamente.

**[0032]** Las figuras 7a y 7b muestran mejor la función de desplazamiento lateral y característica de ajuste vertical que permite que el doble conjunto de troqueles de flexión alterne posición, permitiendo una mayor flexibilidad para los tubos que requieren dos radios de curvatura diferentes. Esto se logra mediante el cilindro de aire **35** que mueve las matrices horizontalmente y un servomotor **36** que mueve las matrices verticalmente a su posición, presentando el tubo **1** para su flexión. La figura 7b en particular muestra las dos posiciones claramente.

### **Enfriamiento**

**[0033]** Las figuras 7a y 7b muestran los puntos de aplicación de enfriamiento de tubo de plástico/nylon. El aire comprimido, que se enfría, se pasa a través de los conductos en el radio de curvatura, ubica los troqueles **31** y **31'**.

Cada matriz de radio de curvatura proporciona tres conductos de enfriamiento **61**, **61'** y **61''** (izquierda, derecha e inferior respectivamente) donde sale aire frío a lo largo de la matriz donde se encuentra el tubo doblado. Esto crea una envoltura completa de aire frío alrededor del tubo **1**. La temperatura del aire enfriado y su aplicación exhaustiva en el exterior del tubo son factores importantes en la cantidad de tiempo requerido para el proceso de establecer el tubo de plástico/nylon en su posición doblada, y para obtener un proceso estable con un tiempo de enfriamiento mínimo. Tiempos de enfriamiento más cortos hacen la fabricación de una mayor cantidad de tubos más viables.

**[0034]** El tubo se enfría antes de avanzar desde la estación de doblado/enfriamiento **30**. En este ejemplo de la invención, esto se logra usando un flujo constante de aire enfriado a aproximadamente -25 grados Celsius o menos. Esto enfría el tubo lo suficiente en aproximadamente 10 segundos. Obviamente, la invención no se limita a esta temperatura de aire de enfriamiento y tiempo de enfriamiento particulares. Al igual que con el calentamiento del tubo, las temperaturas y tiempos de enfriamiento óptimos se determinan caso por caso para cualquier característica de tubo dada, a través de experimentación de rutina.

**[0035]** La estación de flexión/enfriamiento preferiblemente también incluye retroalimentación termopar, para ayudar en la producción de un método de fabricación estable.

**[0036]** A pesar de lo anterior, es preciso volver a hacer hincapié en que las temperaturas indicadas anteriormente, tanto para la calefacción como el enfriamiento, son sólo ejemplos que han sido determinados a partir de solamente la prueba inicial. La experimentación de rutina puede determinar rangos de temperaturas preferidos más estrechos o más amplios, y las temperaturas o rangos de temperatura óptimos variarán de acuerdo con la aplicación y las características específicas del tubo. De manera similar, los tiempos de calentamiento y enfriamiento pueden variar, y los óptimos se determinarán de acuerdo con la experimentación de rutina.

#### **Corte**

**[0037]** La figura 8 muestra el conjunto de corte de tubo **40**, que se describe con mayor detalle a continuación. Una ventaja importante de la realización preferida de la invención es que los tubos largos (desde configuraciones rectas o helicoidales) se pueden cortar a medida como parte del proceso de doblado con una mínima participación del operador. Como se describirá más adelante, los tubos precortados a la longitud correcta se pueden cargar de forma manual, automática o semiautomática, pero la incorporación de un sistema de corte de tubos como este evita esa necesidad y hace que el proceso sea más eficiente.

**[0038]** El sistema de corte de tubo **40** está montado en el conjunto de calentamiento del tubo **20** que permite el posicionamiento programable a lo largo de la longitud del tubo por medio del servomotor de posicionamiento calentador **25** que impulsa un engranaje para mover el carro de conjunto de calentamiento de tubo **26** a la ubicación en el tubo donde estará el próximo corte. El cortador es conducido hacia abajo sobre el tubo por el cilindro de aire **71**, haciendo que la cuchilla **72** corte el tubo.

#### **Calefacción/enfriamiento simultáneos y otras ventajas**

**[0039]** Es una ventaja específica de la invención que, ya que el calentamiento de la siguiente posición de curva comienza mientras que se enfría la curva anterior, es decir, en tiempo de superposición de ventanas (lo más cerca posible a simultáneamente), los tiempos de calentamiento y enfriamiento no son aditivos. Actualmente se espera un tiempo de ciclo global en el intervalo de aproximadamente 10 a 15 segundos por curva de la realización preferida, y puede reducirse por debajo de ese intervalo con una optimización experimental adicional de los parámetros. Obviamente, esta reducción en el tiempo del ciclo es especialmente importante para los requisitos de fabricación de mayor volumen.

**[0040]** Central a la formación óptima de tubos de nylon por esta invención es la capacidad para controlar el tiempo que el aparato de calentamiento y enfriamiento se aplica al tubo, así como otros parámetros de un calentamiento tal y temperaturas del aire de enfriamiento. La invención permite establecer estos parámetros de forma óptima por curva y refinar estos parámetros para lograr resultados precisos y repetibles.

**[0041]** Se sabe que la relajación de materiales de nylon se puede producir en el momento de flexión y el plazo de 12-24 horas después de eso, debido a la naturaleza de estos materiales de nylon. La invención permite una capacidad de ajuste completa para la posición de doblado, ángulo y rotación usando servomotores para compensar la relajación anticipada o demostrada del ángulo de doblado o la corrección de rotación.

**[0042]** Una característica importante de la invención y su propósito declarado de flexibilidad (es decir, siendo reconfigurable fácilmente) es el uso de medios de control programables, por ejemplo, controlador lógico programable (PLC) o programas basados en PC, para proporcionar ventajas clave en múltiples etapas. En primer lugar, varios parámetros (incluida la temperatura del aire de calentamiento, el tiempo de calentamiento, la temperatura del aire de enfriamiento, el tiempo de enfriamiento, el ángulo de curvatura para cada curva, la rotación entre las curvas, la distancia de índice entre las curvas y la posición de corte) se pueden ingresar en el sistema durante el desarrollo de un conjunto de parámetros para un contorno de tubo particular. El proceso implica una secuencia de configuración de

5 estos parámetros y luego probarlos y restablecerlos mediante experimentación de rutina hasta que se logre el resultado deseado del producto final. En segundo lugar, durante la fabricación, los parámetros pueden necesitar ajustes de vez en cuando para hacer frente a las condiciones ambientales y las variaciones de material que son comunes en los entornos de fabricación. En tercer lugar, es común el cambio de los requisitos de contorno en entornos  
 10 automotrices y otros entornos comerciales e industriales. Con equipos dedicados, realizar estos cambios es una tarea costosa, tanto en costos de materiales como de mano de obra, además implica un tiempo de inactividad que consume mucho tiempo. Con esta invención, a través de la revisión de parámetros en los algoritmos para un contorno de tubo particular, los cambios pueden realizarse rápidamente y con poco o ningún costo adicional de herramientas. Además, debido a que el PLC puede almacenar múltiples "recetas", es decir, conjuntos de parámetros para números de parte  
 15 dados basados en la producción anterior, es fácil cambiar de producir una parte a producir otra parte, sin necesidad de repetir la experimentación de rutina para restablecer Los parámetros óptimos.

### Realizaciones alternativas

15 **[0043]** Como alternativa a la alimentación continua del tubo y el uso de un sistema de corte del tubo para cortar los tubos dentro del sistema, los tubos pre-cortados a la longitud correcta pueden ser cargados manualmente, automáticamente o semi-automáticamente.

20 **[0044]** En tal alternativa, se presentan tubos pre-cortados, preferiblemente por un sistema automatizado de carga, a la parte frontal de los dedos de abrazadera de tubo **11**. El sistema de carga automatizado acomodará varias longitudes y diámetros de tubo al almacenarlos en cantidades variables y posteriormente dispensar tubos individuales en el aparato de doblado a petición.

25 **[0045]** En muchas aplicaciones, las partes completadas simplemente se dejan caer en un cubo una vez completado. Sin embargo, si se desea, el sistema también se puede proporcionar con un sistema de descarga para transferir partes completas del sistema a contenedores, estantes, transportadores o similares, por ejemplo mediante el uso de un brazo telescópico con un mecanismo de agarre para sujetar la pieza justo antes de corte a través del conjunto de corte del tubo y luego transferirlo a la ubicación deseada.

30 **[0046]** Como una fuente alternativa de calor, una fuente central puede ser incluida en el aparato para eliminar las múltiples bobinas de calefacción eléctrica **22**. Esta fuente centralizada de calor sería transportar el aire caliente a conductos de entrega de aire caliente **23** por medio de una serie de válvulas neumáticas controladas por el PLC.

35 **[0047]** Otros métodos alternativos de calentar el tubo podrían ser incorporados en el aparato, tal como incluir una fuente de herramientas de ultrasonidos que sustituiría los colectores de suministro de aire caliente **23** en cada lado del tubo. También se puede usar inducción de alta frecuencia o calor radiante.

40 **[0048]** También se podrían emplear medios de enfriamiento alternativos. Las fuentes alternativas de aire enfriado pueden incluir, entre otros, enfriadores de aire de vórtice, aires acondicionados termoeléctricos, aires acondicionados basados en compresores y similares.

### Ejemplo

45 **[0049]** A modo de ejemplo, la Figura 9 muestra un tubo de nylon que fue producido en un prototipo de la realización preferida de la invención. Tiene cinco curvas **101** a **105**, cada curva procesada como se describe en este documento.

50 **[0050]** El tubo de plástico, hecho de un material de nylon conocido como PA-12, que tiene un diámetro exterior de 8 mm y un diámetro interior de 6 mm, estaba doblado mediante la aplicación de aire calentado a 230°C durante 6 a 8 segundos. El tubo se enfrió, en paralelo con el calentamiento, aplicando aire a -25°C durante 6 a 8 segundos. Incluyendo el tiempo para la indexación del tubo y la activación de la curva, el tiempo total del ciclo para producir la parte doblada fue de 60 segundos. El radio de curvatura especificado fue de 32,0 mm.

### Variaciones adicionales

55 **[0051]** Será evidente para los expertos en el campo de la invención que muchas variaciones en los ejemplos descritos anteriormente son concebibles dentro del alcance de la invención. Por lo tanto, debe entenderse que las reivindicaciones que definen la invención no están restringidas a los ejemplos específicos descritos anteriormente.

60 **[0052]** Otras variaciones pueden ser evidentes o se convierten en evidentes para los expertos en el campo de la invención, dentro del alcance de la invención como se define por las reivindicaciones que siguen.

**REIVINDICACIONES**

**1.** Un método para doblar un tubo de plástico (1), que comprende los pasos de:

- 5 a. avanzar el tubo (1) para colocar una primera ubicación de doblado deseada (105) del tubo (1) en una estación de doblado y enfriamiento (30), habiéndose calentado previamente la ubicación de doblado del tubo (1) mediante un conjunto de calentamiento de tubo (20) suficientemente para doblar;
- b. mover dicho conjunto de calentamiento del tubo (20) a la siguiente ubicación de curva deseada (104) del tubo (1);
- 10 c. doblar y enfriar el tubo (1) en la primera ubicación de doblado (105), y calentar dicha próxima ubicación de doblado deseada (104) con dicho conjunto de calentamiento de tubo (20) suficientemente para doblar, de modo que haya una ventana de tiempo para dicho doblado y enfriamiento en dicha primera ubicación de doblado (105) se superpone con una ventana de tiempo para calentar en dicha próxima ubicación de doblado (104);
- 15 d. avanzar el tubo (1) para colocar dicha próxima ubicación de curvatura deseada (104) del tubo (1) en dicha estación de flexión y enfriamiento (30), y girar el tubo (1) si es necesario para la siguiente orientación de curvatura deseada; y
- e. repetir los pasos b., c. y d. hasta que se hayan completado todas las curvas deseadas;

20 por lo que el tiempo total del ciclo para calentar, doblar y enfriar se reduce sustancialmente en comparación con la realización de calentamiento, doblado y enfriamiento secuencialmente.

**2.** El método de la reivindicación 1, donde dicho enfriamiento del tubo (1) en dicha estación de doblado y enfriamiento (30) es mediante la aplicación de aire frío aplicado para envolver el tubo (1) en dicha estación de doblado y enfriamiento (30).

**3.** El método de la reivindicación 1, donde dicho calentamiento del tubo (1) por dicho conjunto de calentamiento de tubo (20) es mediante la aplicación de aire calentado aplicado para envolver el tubo (1) en dicho conjunto de calentamiento de tubo (20).

**4.** El método de la reivindicación 1, donde dicho enfriamiento del tubo (1) en dicha estación de doblado y enfriamiento (30) es mediante la aplicación de aire frío aplicado para envolver el tubo en dicha estación de doblado y enfriamiento (30), y donde dicho calentamiento del tubo (1) por dicho conjunto de calentamiento del tubo (20) es mediante la aplicación de aire calentado aplicado para envolver el tubo (1) en dicho conjunto de calentamiento del tubo (20).

**5.** El método de la reivindicación 3, en el que el aire calentado se suministra a dicho conjunto de calentamiento de tubo (20) por medio de colectores seleccionables (23) de modo que el aire calentado puede aplicarse a diferentes longitudes de tubo (1) seleccionando qué colectores (23) se utilizan para suministrar el aire calentado.

**6.** El método de la reivindicación 4, en el que el aire calentado se suministra a dicho conjunto de calentamiento de tubo (20) por medio de colectores seleccionables (23) de modo que el aire calentado puede aplicarse a diferentes longitudes de tubo (1) seleccionando qué colectores (23) se utilizan para suministrar el aire calentado.

**7.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 4 o 6, donde las temperaturas de dicho aire enfriado y de dicho aire calentado son monitoreadas por termopares (24) y controladas por medios de control programables.

**8.** El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde el tiempo de calentamiento, el tiempo de enfriamiento, el ángulo de curvatura para cada curva, la rotación del tubo entre curvas y la distancia entre curvas se controlan por medios de control programables.

**9.** El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, donde al menos avanzar dicho tubo (1), rotar dicho tubo (1), mover dicho conjunto de calentamiento (20) y doblar dicho tubo (1), se llevan a cabo mediante funcionamiento de servomotores (14, 18, 25, 34, 36) controlados por medios de control programables.

**10.** Aparato para doblar un tubo de plástico (1) realizando los pasos de:

- a. avanzar el tubo (1) para colocar una primera ubicación de doblado deseada (105) del tubo (1) en una estación de doblado y enfriamiento (30), habiéndose calentado previamente la ubicación de doblado del tubo (1) mediante un conjunto de calentamiento de tubo (20) suficientemente para doblar;
- 60 b. mover dicho conjunto de calentamiento del tubo (20) a la siguiente ubicación de curva deseada (104) del tubo (1);
- c. doblar y enfriar el tubo (1) en la primera ubicación de doblado (105), y calentar dicha próxima ubicación de doblado deseada (104) con dicho conjunto de calentamiento de tubo (20) suficientemente para doblar, de modo que haya una ventana de tiempo para dicho doblado y enfriamiento en dicha primera ubicación de doblado (105) se superpone con una ventana de tiempo para calentar en dicha próxima ubicación de doblado (104);
- 65



d. avanzar el tubo (1) para colocar dicha próxima ubicación de curvatura deseada (104) del tubo (1) en dicha estación de flexión y enfriamiento, y girar el tubo (1) si es necesario para la siguiente orientación de curvatura deseada; y

e. repetir los pasos b., c. y d. hasta que se hayan completado todas las curvas deseadas; comprendiendo dicho aparato:

una base (2);

dicha estación de doblado y enfriamiento (30) montada en dicha base (2), dicha estación de doblado y enfriamiento (30) que incluye medios (31, 31', 32, 32') para doblar y enfriar el tubo (1);

un conjunto de sujeción de tubo (12) montado en una pista (5) en dicha base (2), movable hacia y lejos de dicha estación de doblado y enfriamiento (30), incluyendo dicho conjunto de sujeción de tubo (12) medios de sujeción de tubo (11) para agarrar dicho tubo (1), y un conjunto de rotación de tubo (18) conectado para girar dichos medios de agarre para girar axialmente el tubo (1);

un conjunto de calentamiento de tubo (20) montado para movimiento entre dicha estación de doblado y enfriamiento (30) y dicho conjunto de sujeción de tubo (12), que incluye medios (23, 29) para calentar el tubo (1);

respectivos servomotores (14, 25, 18, 34) conectados para mover dicho conjunto de sujeción del tubo (12), para mover dicho conjunto de calentamiento del tubo (20), para hacer girar dichos medios de sujeción del tubo (11) para hacer girar dicho tubo (1), y para accionar dichos medios para doblar en dicha estación de doblado y enfriamiento (30), doblar dicho tubo (1); y medios de control programables programados y conectados para controlar dichos servomotores (14, 25, 18, 34).

**11.** Aparato según la reivindicación 10, donde dichos medios para doblar el tubo (1) en dicha estación de doblado y enfriamiento (30) comprenden al menos un conjunto de doblado y enfriamiento, comprendiendo cada conjunto de doblado y enfriamiento una matriz de doblado pivotante (32, 32') para doblar dicho tubo (1) alrededor de un radio de curvatura, ubicar el troquel (31, 31') y los medios (61, 61', 61'') para enfriar dicho tubo (1).

**12.** Aparato como en la reivindicación 11, donde dichos medios para enfriar dicho tubo (1) comprenden aire frío enrutado para envolver dicho tubo (1) en dicha estación de doblado y enfriamiento (30).

**13.** Aparato como en la reivindicación 11 o la reivindicación 12, donde hay dos conjuntos de doblado y enfriamiento y medios (36) para mover dichos conjuntos de flexión y enfriamiento para colocar uno u otro para doblar el tubo (1).

**14.** Aparato como en la reivindicación 13, donde dichos medios para mover dichos conjuntos de flexión y enfriamiento comprenden servomotores adicionales (36) controlados por dichos medios de control programables.

**15.** Aparato como en cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que dichos medios para calentar el tubo (1) comprende un suministro de aire caliente (23, 29) dispuesto para dirigir el aire caliente para envolver una longitud seleccionada de dicho tubo (1) en dicho conjunto de calentamiento de tubo (20).

**16.** Aparato según la reivindicación 15, en el que dicho suministro de aire caliente comprende múltiples colectores de aire caliente (23) posicionables selectivamente adyacentes a dicho tubo (1), y selectivamente retráctiles del mismo.

**17.** Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 16, que comprende además un conjunto de corte de tubo (40) montado en el conjunto de calentamiento de tubo (20) e incluye medios programables (71, 72) para cortar dicho tubo en una ubicación deseada.

**18.** Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 17, en el que dicho conjunto de sujeción del tubo (12) tiene un eje central hueco, por lo que el material del tubo puede alimentarse axialmente a través de dicho eje central hueco.

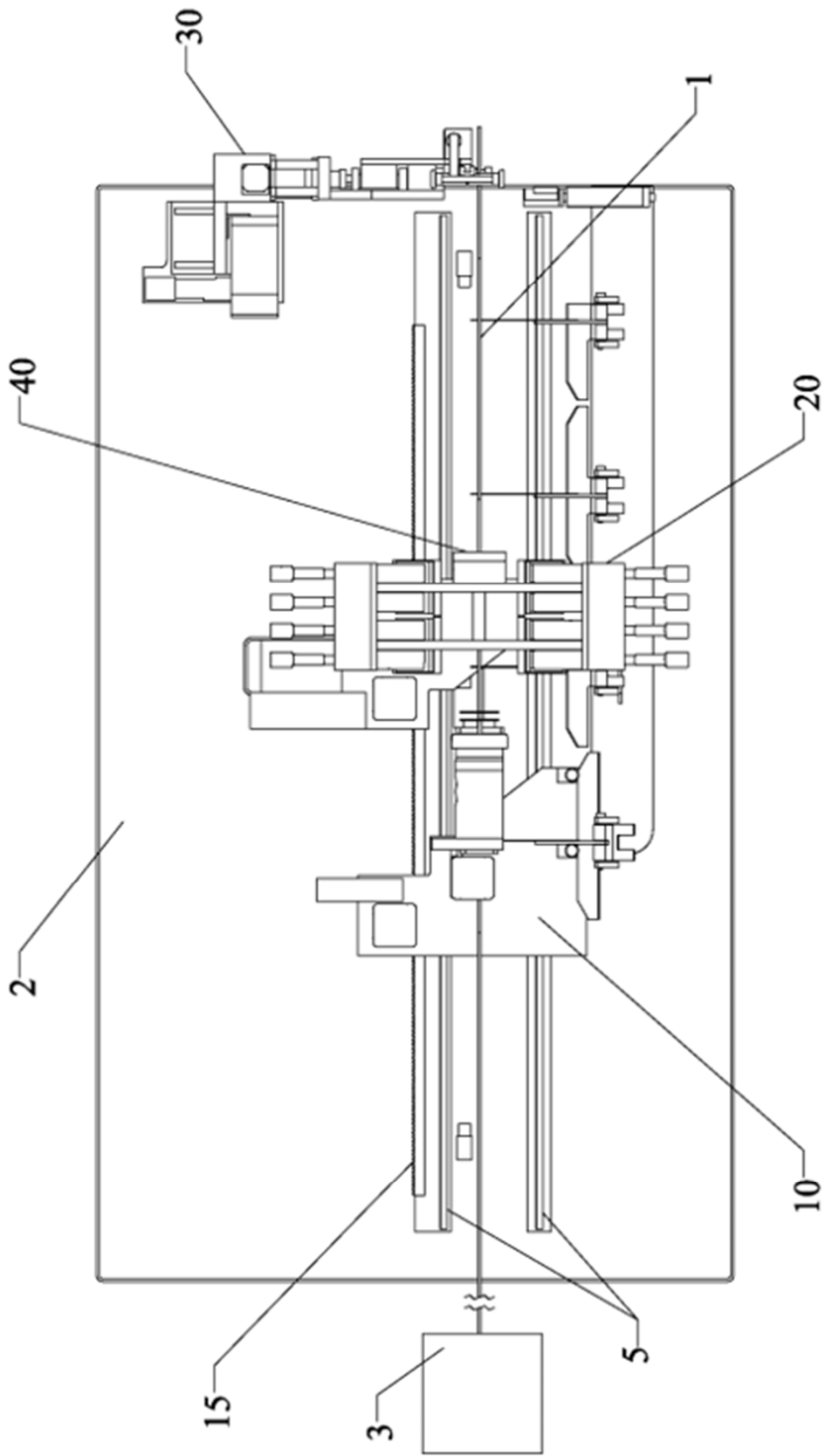


FIGURA 1



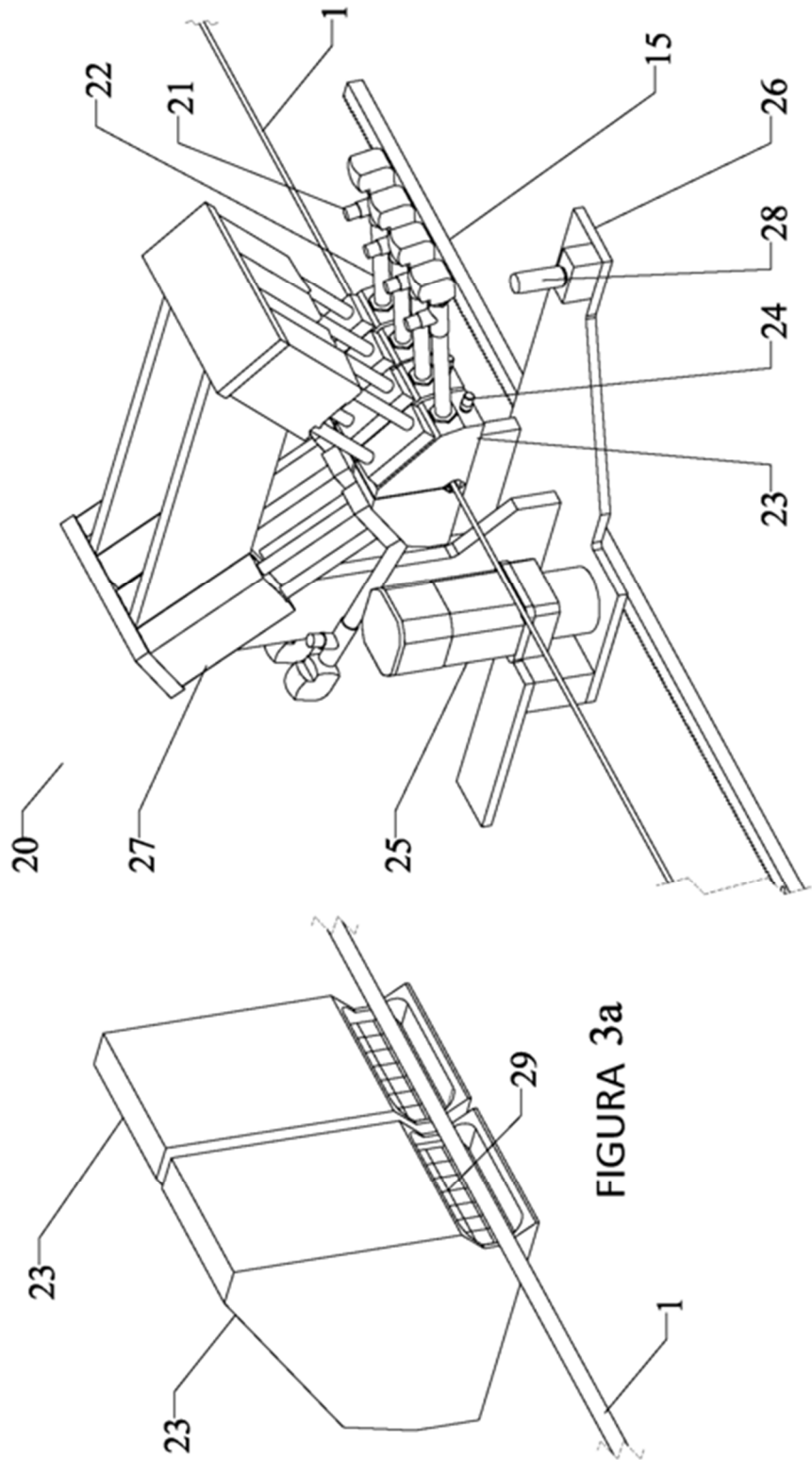
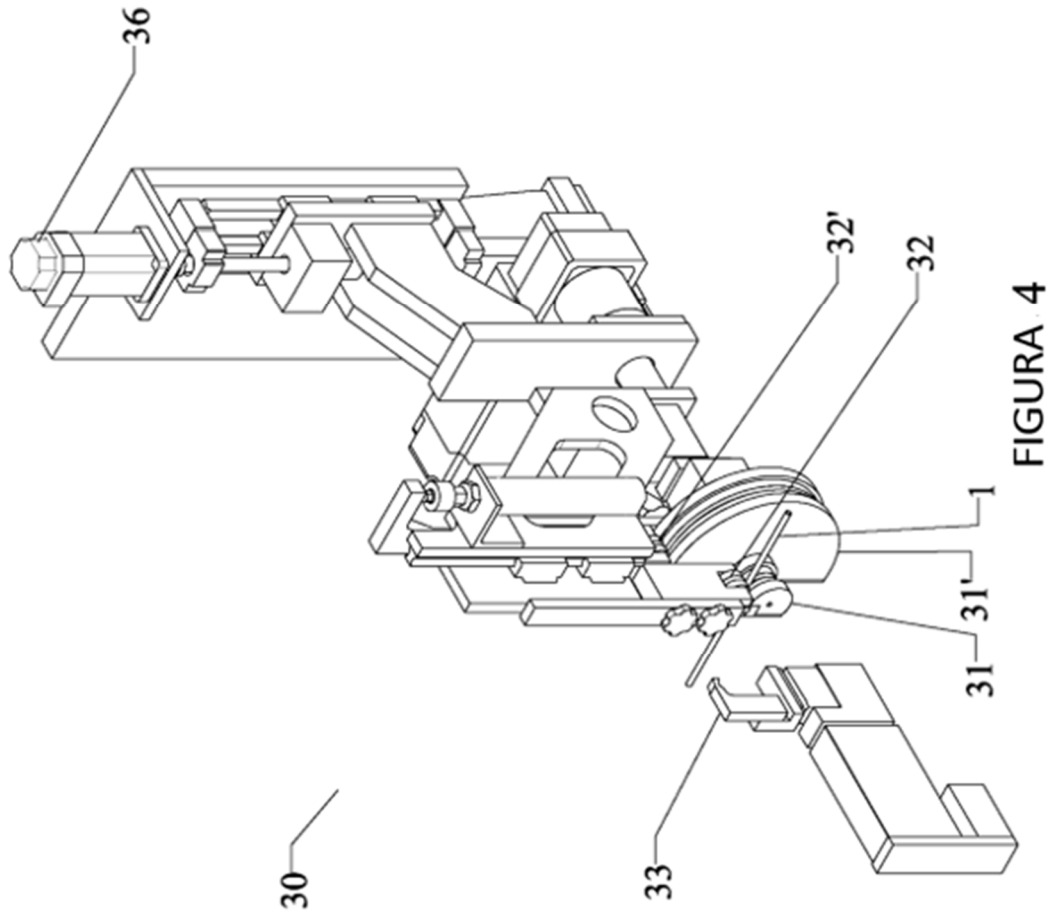


FIGURA 3

FIGURA 3a



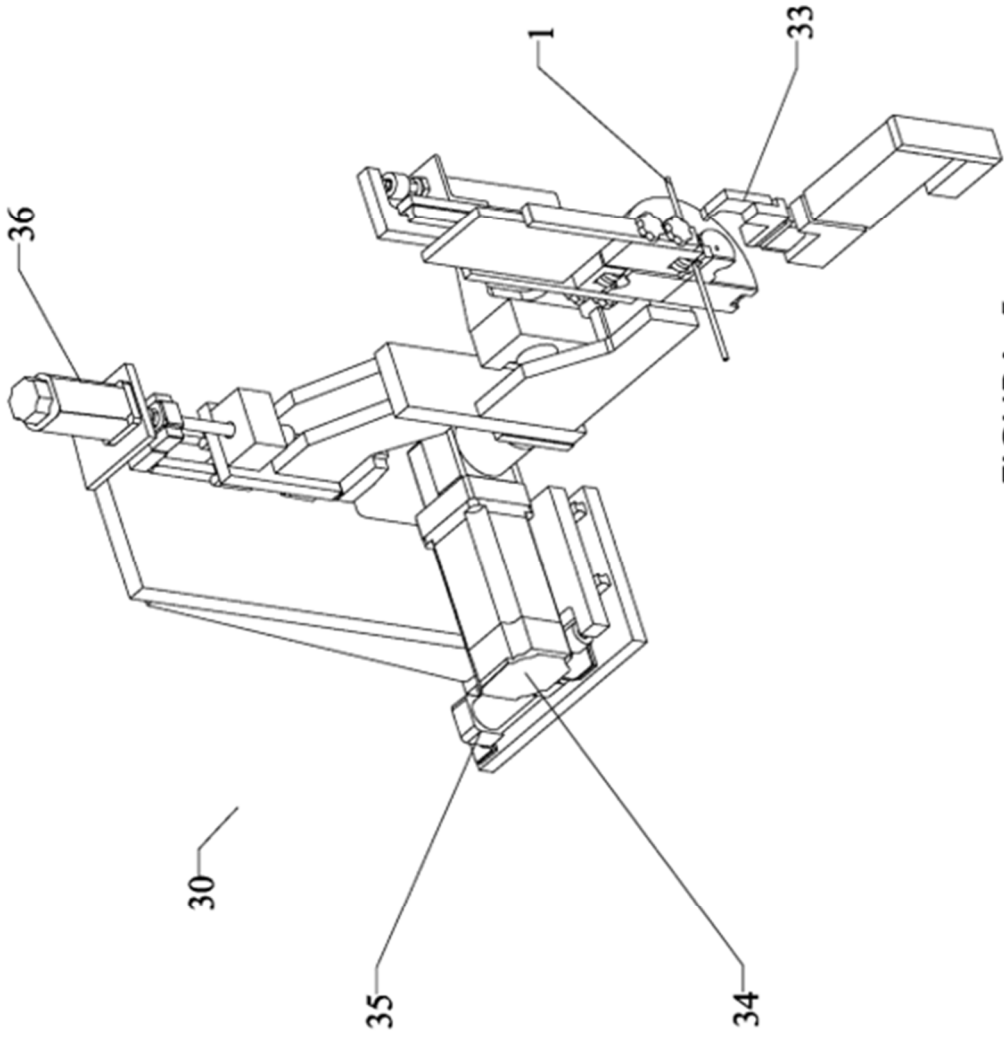


FIGURA 5

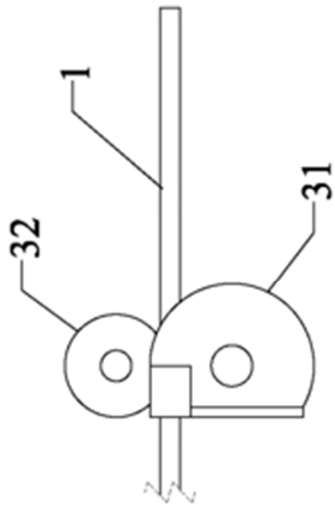


FIGURA 6a

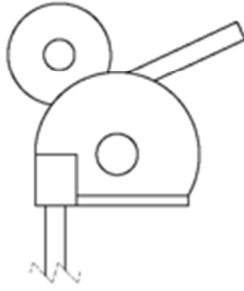


FIGURA 6b

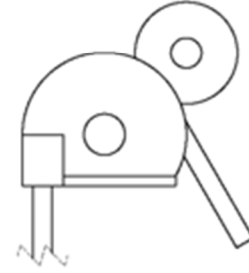


FIGURA 6c

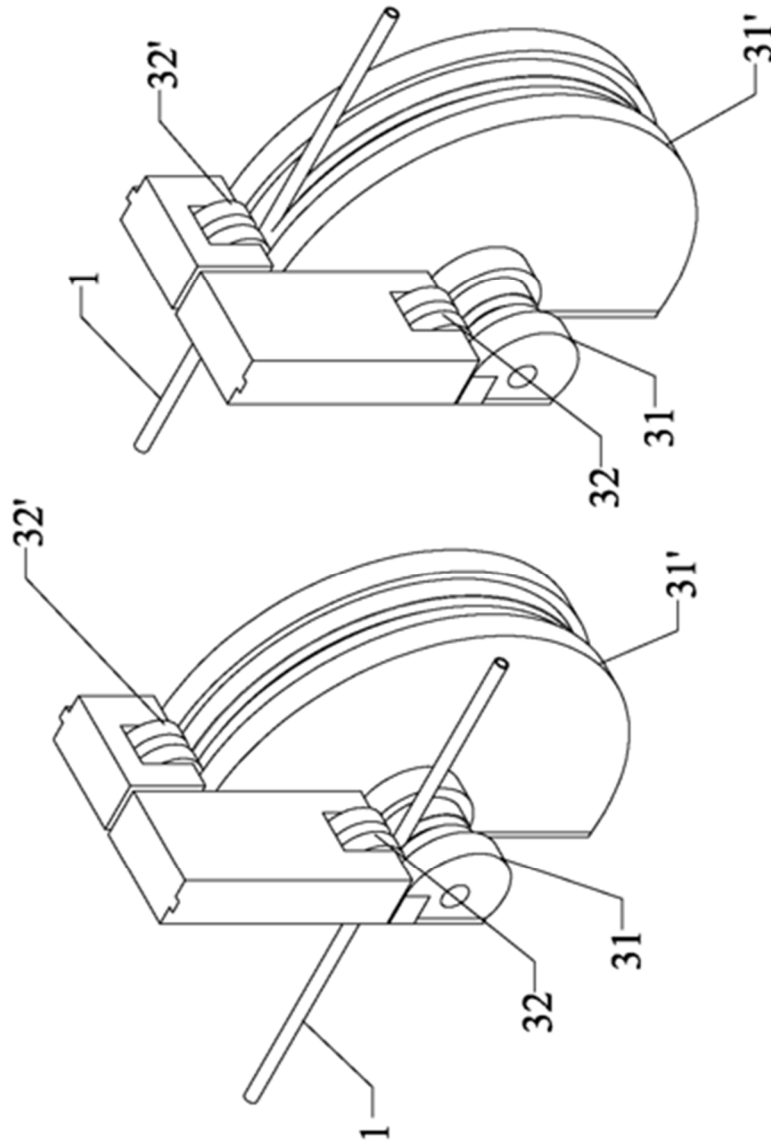
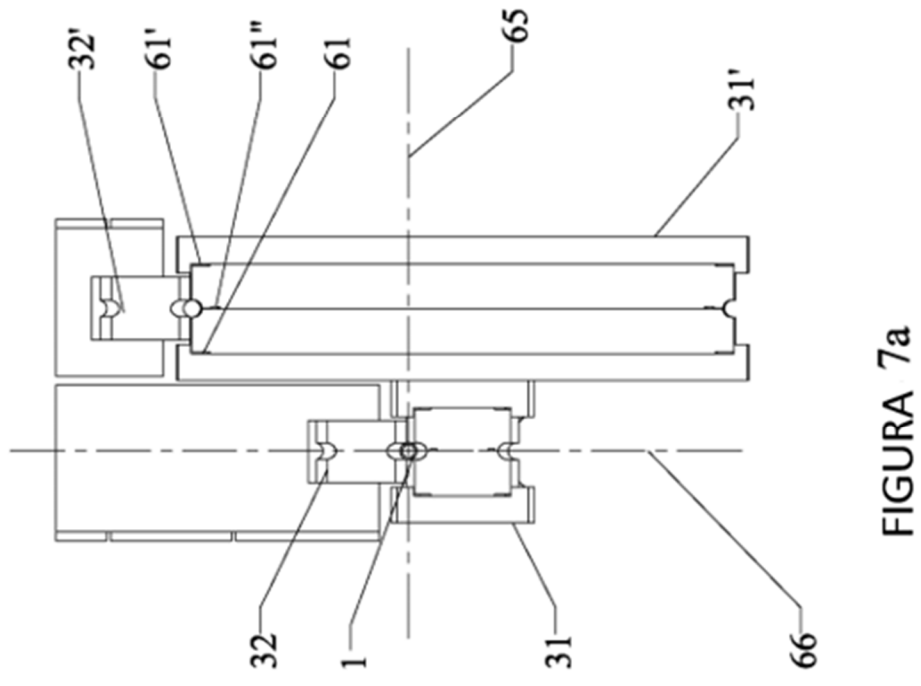
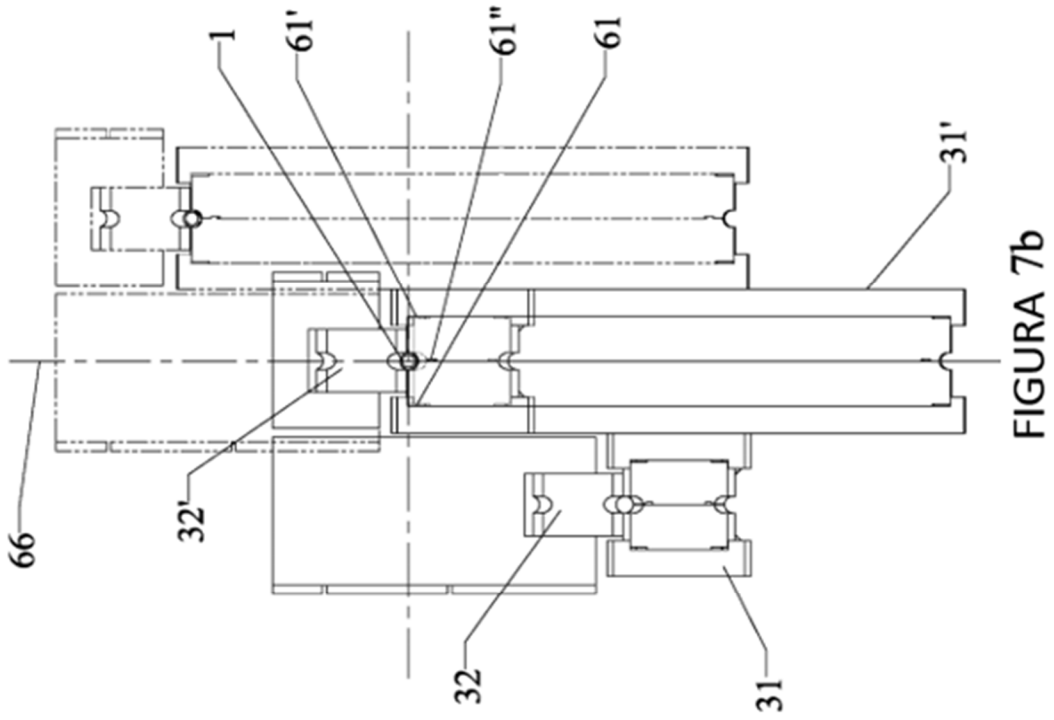


FIGURA 6d

FIGURA 6





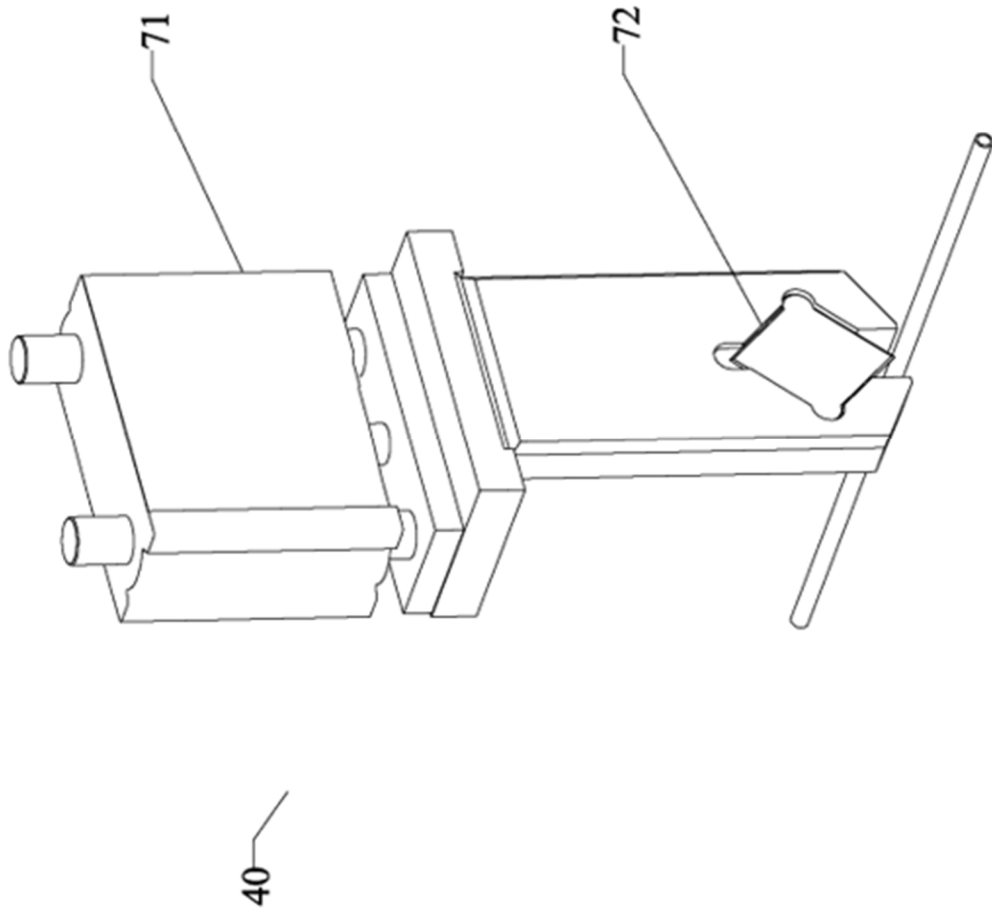


FIGURA 8

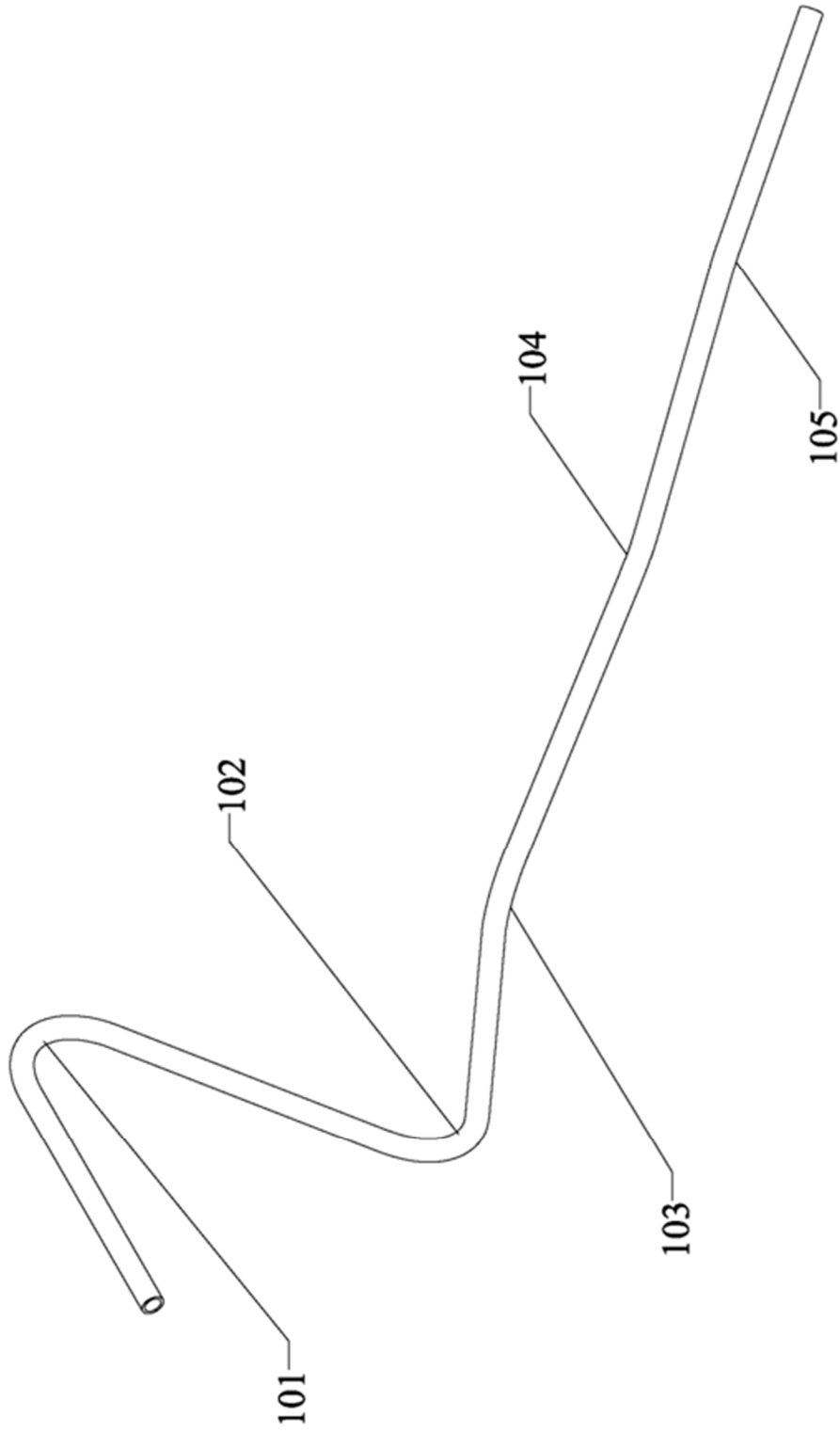


FIGURA 9