



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 275 756**

51 Int. Cl.:
E21B 7/20 (2006.01)
F16L 55/165 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **01995252 .2**
86 Fecha de presentación : **28.11.2001**
87 Número de publicación de la solicitud: **1343994**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **17.09.2003**

54 Título: **Aparato y método para insertar y retirar un primer material flexible en y de un segundo material.**

30 Prioridad: **30.11.2000 US 727428**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.06.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.06.2007

73 Titular/es: **Longbore TT Limited**
20 Caputhall Road, Deans Industrial Estate
Livingston EH54 8AS, GB

72 Inventor/es: **Forrest, John**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 275 756 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 y método para insertar y retirar un primer material flexible en y de un segundo material.

Campo técnico

Este invento se refiere a un aparato para insertar y retirar una tubería cilíndrica en una galería en el terreno. En particular, el invento se refiere a la instalación y la extracción de conducciones por tubería en galerías. Todavía más en particular, el invento se refiere a un aparato para la instalación y la extracción de conducciones por tubería en galerías taladradas en dirección horizontal.

Antecedentes del invento

Siempre que sea necesario insertar un material en otro material, entran en juego muchas fuerzas. En el caso de que se inserte un primer material flexible dentro de un segundo material, una de las fuerzas mayores que deben tenerse en cuenta es la de la carga de pandeo. Como es conocido en la técnica, la carga de pandeo de "Euler", para pandeo de una columna sencilla, se determina a partir de la relación entre el módulo de elasticidad del material (E), el momento de inercia (I) de la columna, y el cuadrado de la longitud de la columna (L). La carga de pandeo es por lo tanto proporcional a: $(E)I/L^2$. La rigidez y/o la flexibilidad del material es factor determinante de la resistencia del mismo a compresión axial. Si se produce una carga de pandeo mayor que la que la "rigidez" que puede acomodar el primer material flexible, el primer material flexible se deformará, o fallará, o ambas cosas.

A modo de antecedente, se da un ejemplo del campo de la instalación y la retirada de conducciones por tubería en galerías taladradas en dirección horizontal. Se han desarrollado diversas técnicas para crear galerías perforadas en dirección horizontal. Una técnica se describe como la de un "pozo continuo", en que la galería entra en el terreno por un punto, atraviesa por debajo del terreno en una cierta distancia, y sale luego al terreno por un segundo punto. Otra técnica se describe como la de "pozo ciego", según la cual la galería entra en el terreno por un punto, recorre por debajo del terreno una cierta distancia, y luego se detiene. En algunos casos, la galería entra en el terreno por un punto, recorre por debajo del terreno una cierta distancia, y sale luego del terreno a otro medio, tal como agua.

Cualquiera que sea la técnica que se use, la perforación de la galería va seguida necesariamente del requisito de colocar una tubería en la galería. Inmediatamente, se plantean los problemas de la carga de compresión axial y de los límites de pandeo. Un intento de la técnica anterior para superar estos problemas es el de tirar del extremo delantero de la tubería al mismo tiempo que ésta es empujada por dentro de la galería. Este procedimiento, sin embargo, requiere que sea establecido un equipo de tracción en la salida de la galería, lo que aumenta el coste del procedimiento. En algunos casos, sin embargo, puede no haber espacio en la salida de la galería para establecer el equipo de tracción. Evidentemente, en otros casos, tal como cuando se trate de un pozo ciego, simplemente no hay modo de poder aplicar una fuerza de tracción al extremo delantero de la tubería. El procedimiento más corriente para completar un pozo continuo en una galería es el de montar la tubería por el lado de salida, dejando espacio, y tirar de la tubería hacia atrás,

al agujero de entrada, por medio de la tubería de perforación.

Otros factores contribuyen a las dificultades para colocar una tubería en la galería. Un factor concierne a como esté construida la tubería. En la técnica anterior, se crean largas secciones de tubería, plástico y metal, mediante el uso de uniones roscadas. A modo de ejemplo, con objeto de crear una longitud de 305 m de longitud de tubería de perforación de HD-PE (polietileno de alta densidad) de 50 secciones de 6,1 m de longitud, es en primer lugar necesario soldar un extremo macho y un extremo hembra a dos secciones separadas de tubería. Para 305 m de tubería, esas dos soldaduras para cada sección, una para cada extremo, llevan típicamente dos días para producir las, y cuestan aproximadamente 220,00 dólares de EE.UU. cada una, lo que hace un total de 11.000,00 dólares. Además, la unión de macho/hembra tiene un diámetro exterior que en la mayoría de los casos es mayor que el diámetro exterior de la sección de tubería entre la unión. En el caso normal, por lo tanto, se requiere un escariado de ensanchamiento adicional de la galería, con objeto de acomodar el mayor diámetro de las uniones. La cantidad de tiempo representativa que se ha de sumar debido a ese requisito de escariado para ensanchamiento adicional de la galería es de 10 días de tiempo de tren de perforación, o bien de ciento veinte horas. Además, en la instalación de una conducción por tubería de esta clase, el tiempo de instalación de una conducción por tubería típica es dieciséis horas de tren de perforación. En ese tiempo se incluyen, entre otros, el tiempo que lleva unir cada junta antes de la inserción dentro de la galería.

Este costoso y largo procedimiento, que es ahora el estado actual del arte, está además limitado por el hecho de que la conducción por tubería es solo tan resistente como lo es su punto más débil, el cual ocurre que está en los puntos de las múltiples uniones de macho con hembra. El fallo de la tubería, rompiéndose por completo o parcialmente, y/o las fugas por las uniones, son corrientes, en particular cuando el material, el terreno dentro del cual se inserta la tubería, opone resistencia a la inserción de la tubería. Es decir que, en la mayoría de los casos, el rozamiento que se experimenta durante la inserción de la tubería en el terreno genera cargas significativas de compresión axial que originan la flexión y/o el fallo de la tubería. Estos problemas existen en conducciones por tubería metálicas de pared delgada, en mallas para pozos, y en cualesquiera otros cilindros delgados y largos colocados en galerías perforadas siguiendo una dirección.

Por consiguiente, se siente en la técnica la necesidad de proporcionar un aparato y un método para insertar y retirar una tubería cilíndrica dentro de una galería en el terreno, que supere las deficiencias experimentadas en la técnica anterior.

En la Patente de EE.UU. N° 4.368.873 se describe un aparato de empuje y tracción para insertar y retirar una tubería cilíndrica a través del terreno, que comprende un carro unido a un conjunto presionador de tubería montado en un vehículo, y a una mordaza ajustable conectada al carro y ajustable entre una posición de abierta y una posición de fijada sobre la tubería cilíndrica. El uso de este equipo conocido requiere la formación de una excavación en el terreno, de modo que el conjunto presionador de la tubería pueda ser situado en el fondo de la excavación y estar

soportado por superficies opuestas de la excavación, siendo dicha superficie transversal al movimiento de la tubería. La longitud de la tubería a la que se haya de empujar a través del terreno está limitada por la longitud de la excavación. Además, la longitud a lo largo de la cual puede ser empujada la tubería por dentro del terreno está limitada con respecto a la carga de pandeo que actúe sobre la tubería. Finalmente, es una desventaja que la instalación del conjunto presionador de la tubería en la excavación precise de un tiempo de tren de perforación considerable.

Un aparato similar para empujar a, y tirar de, una barra o una tubería por debajo del terreno, es conocido de la Patente de EE.UU. N° 4.842.248. El aparato conocido incluye un bastidor, un cilindro hidráulico montado en el bastidor, y un carro de agarre de tubería conectado al cilindro hidráulico para movimiento alternativo a lo largo de carriles unidos a la longitud del bastidor. En cuanto al uso de este aparato, nos encontraremos con los mismos problemas que antes de han mencionado con respecto al equipo conocido de la Patente de EE.UU. N° 4.368.873. Por lo tanto, un objeto de este invento es proporcionar un aparato para insertar y retirar una tubería cilíndrica dentro de una galería en el terreno, que sean fácil de usar y económico, y que disminuya el tiempo requerido para insertar y/o retirar la tubería cilíndrica.

Breve exposición del invento

De acuerdo con el invento, en un tren de perforación inclinada montado sobre carro con una vía estacionaria y una barrena movible para perforar una galería en el terreno, un aparato de tracción y empuje para insertar y retirar tubería cilíndrica en y de la galería, incluye un carro unido a la barrena movible. Una mordaza ajustable va conectada al carro, siendo ajustable entre una posición de abierta y una posición de fijada en la tubería cilíndrica.

El invento reduce al mínimo el esfuerzo y los costes de insertar y retirar tubería cilíndrica en y del terreno, usando para ello la maquinaria de perforación existente. La instalación y la extracción de la tubería no comportan un tiempo significativo de tren de perforación, y puede ser llevada a cabo en conexión con el procedimiento de perforación.

En una realización preferida, en los casos en los que las fuerzas de resistencia por rozamiento sean altas, o bien la resistencia al pandeo de la tubería cilíndrica sea baja, se configura una envuelta de refuerzo receptora para recibir y soportar la tubería cilíndrica al ser insertada la tubería cilíndrica en, y ser retirada de, la galería. En otra realización preferida, la mordaza ajustable incluye dos mitades conformadas a las dimensiones del exterior de la tubería cilíndrica. En otra realización preferida, la mordaza ajustable es accionable hidráulicamente, y proporciona una presión de agarre gradual en la posición de fijada. En otras realizaciones preferidas, las dos mitades están divididas horizontalmente y separadas por un espacio de separación longitudinal cuando están en la posición de fijadas.

En todavía otra realización preferida, un dispositivo de inclinación axial está conectado a la mordaza ajustable. En otra realización preferida, la envuelta de refuerzo receptora está conectada al tren de perforación inclinada montado sobre carro por medio de una conexión de tren de perforación montado sobre carro. Otras realizaciones preferidas del aparato del presente invento se describen aquí con más detalle en lo que

sigue.

En un método para insertar la tubería en la galería, se coloca la tubería dentro de la mordaza ajustable y se coloca la mordaza ajustable en la posición de fijada. En ese punto, se mueve el carro movible de modo que se haga pasar un extremo delantero de la tubería al interior de la galería, empezando por el extremo delantero. En otra realización preferida del método, se coloca la mordaza ajustable en la posición de abierta y se mueve el carro movible hacia fuera del extremo delantero. Se coloca después la mordaza ajustable en la posición de fijada, y se mueve el carro movible hacia el extremo delantero. Estos pasos se repiten continuamente hasta que se haya insertado en la galería una cantidad deseada de tubería. Otras realizaciones preferidas del método, incluyendo la realización preferida del método para retirar la tubería de la galería, se consideran y exponen con más detalle aquí en lo que sigue.

Breve descripción de los dibujos

Otros objetos, características y ventajas del presente invento se harán más evidentes a la vista de la descripción detallada que sigue de la realización preferida, de las reivindicaciones anexas y de los dibujos que se acompañan, en los que:

La Figura 1 es una vista en perspectiva de un tren de perforación inclinada montado sobre carro de la técnica anterior;

La Figura 2 es una vista en perspectiva del aparato para insertar y retirar un primer material flexible en y de un segundo material del presente invento;

La Figura 3 es una vista en perspectiva del carro del invento de la Figura 2;

La Figura 4 es una vista en perspectiva de la mitad delantera del carro de la Figura 3 que está conectada a la barrena del tren de perforación inclinada montado sobre carro ilustrado en la Figura 1;

La Figura 5 es una vista en perspectiva de la mitad trasera del carro de la Figura 3 conectada a la barrena del tren de perforación inclinada montado sobre carro de la técnica anterior ilustrado en la Figura 1, conectado a la mitad delantera del carro;

La Figura 6 es una vista en perspectiva de la mordaza del presente invento conectada al carro;

La Figura 7 es una vista en perspectiva del presente invento que ilustra la mordaza en la posición de fijada, el carro movido hacia el extremo delantero de la tubería flexible, el dispositivo de inclinación axial en la posición de retraído, y los soportes delantero y trasero;

La Figura 8 es una vista en perspectiva del presente invento en la que se ilustra la mordaza en la posición de abierta, el carro movido hacia fuera del extremo delantero de la tubería flexible, y el dispositivo de inclinación axial en la posición de extendido;

La Figura 9 es una vista en perspectiva en primer plano de la mordaza del presente invento;

La Figura 10 es otra vista en perspectiva en primer plano de la mordaza del presente invento;

La Figura 11 es una vista en perspectiva de una realización preferida de la mordaza del presente invento;

La Figura 12 es una vista lateral esquemática que ilustra la posición relativa de la envuelta del presente invento con la línea central de una tubería de perforación de la técnica anterior;

La Figura 13 es una vista lateral esquemática de la conexión de la envuelta del presente invento; y

La Figura 14 es una vista esquemática por arriba, de la conexión de la envuelta del presente invento.

Descripción detallada de la realización preferida

La realización preferida del presente invento se ha ilustrado a modo de ejemplo en las Figuras 2-14. Empezando por la Figura 1, se ha representado en ella un tren de perforación inclinada montado sobre carro de la técnica anterior 10, en posición en un lugar de perforación como preparación para perforar una galería en el terreno 12. Puesto que los detalles del tren de perforación inclinada montado sobre carro 10 son bien conocidos por quienes posean los conocimientos corrientes de la técnica, no trataremos de dar un listado de los mismos. Sin embargo, para los fines del presente invento, el tren de perforación inclinada montado sobre carro 10 incluye, entre otras cosas, la vía estacionaria 14, la barrena 16 y las prensas 18. La barrena 16 se mueve hacia arriba y hacia abajo por la vía estacionaria 14 en el curso corriente de la perforación de una galería. También, para los fines del presente invento, los múltiples elementos del tren de perforación inclinada montado sobre carro 10 se han designado colectivamente como la barrena 16. Es decir, que la barrena 16 incluye aquí el motor que aplica las fuerzas de empuje y de tracción contra la vía estacionaria 14, además de aplicar el par de fuerzas de rotación para hacer girar a la propia barrena de perforación, como es conocido en la técnica.

Con referencia ahora a la Figura 2, se ha ilustrado en ella el aparato para insertar y retirar un primer material flexible en y de un segundo material 20 del presente invento. El aparato 20 incluye el carro 22 y la mordaza 24. En una realización preferida, en los casos en los que las fuerzas de resistencia por rozamiento sean altas, o la resistencia al pandeo del primer material flexible sea baja, el aparato 20 incluye además la envuelta de refuerzo receptora 26. Como se ha ilustrado, el carro 22 se ha representado conectado a la barrena 16, de modo que el carro 22 se mueve con la barrena 16 al ser movida la barrena 16 a lo largo de la vía estacionaria 14. En la Figura 2 se ha representado la mordaza 24 fijada alrededor de la tubería flexible 28, con el extremo delantero 30 de la tubería flexible 28 ya insertado en la envuelta de refuerzo receptora 26, y por lo tanto no visible. Además, en la figura se muestra la envuelta de refuerzo receptora 26 conectada a las prensas 18 del tren de perforación, como se describirá y se expondrá con más detalle aquí en lo que sigue. Además, la figura representa el soporte frontal 32 que apoya a la tubería flexible 28 justamente antes de su entrada en la envuelta de refuerzo receptora 26. Finalmente, la figura ilustra la envuelta de refuerzo receptora 26 extendiéndose desde el terreno 12, para encontrar a la tubería flexible 28. También, en una realización preferida, cuando la resistencia por rozamiento del segundo material sea baja o la resistencia al pandeo de la tubería flexible 28 que está siendo empujada sea alta, no se requiere envuelta de refuerzo receptora 26 alguna.

Con referencia ahora a las Figuras 3, 4 y 5, el carro 2, en una realización preferida, ha sido concebido en dos partes separadas, el carro delantero 34 y el carro trasero 36. El carro delantero 34 y el carro trasero 36 están unidos entre sí mediante amarres laterales 38 y pasadores de bloqueo 40. También se han ilustrado en las figuras el pasador de pivote de mordaza 42 y los rodillos 44.

Con referencia ahora en particular a la Figura 4, el carro delantero 34 se ha representado siendo situado en la vía estacionaria 14, antes de su aplicación con la barrena 16, de modo que los rodillos 44 se aplican a la vía estacionaria 14. Con referencia a la Figura 5, se ha representado el carro trasero 36 colocado en la vía estacionaria 14 por detrás de la barrena 16 y unido con el carro delantero 34, por medio de amarres laterales 38 y pasadores de bloqueo 40. Como resultado, el movimiento de la barrena 16 hace necesariamente que el carro 22 se mueva en la misma dirección y a la misma velocidad.

La Figura 6 representa la mordaza 24 conectada al carro 22 mediante el pasador de pivote de mordaza 42. También se ha ilustrado la hidráulica 46 de la mordaza y los respaldos resistentes 48 de la mordaza, como se verá aquí con más detalle en lo que sigue.

En la Figura 7 se ha representado el carro 22 en la posición adelantada, próximo a las prensas 18 del tren de perforación y con el dispositivo de inclinación axial 50 en la posición de retraído. El dispositivo de inclinación axial 50 está conectado al carro 22. En esta ilustración, el dispositivo de inclinación axial 50 está conectado al frente 52 de la mordaza 24. Debido al pasador de pivote de mordaza 42, cuando el dispositivo de inclinación axial 50 está en la posición de retraído, como se ha ilustrado, se tira de la mordaza 24 hacia abajo. El dispositivo de inclinación axial 50 proporciona con ello al operador del aparato 20 capacidad para controlar la alineación de la mordaza 24, y por lo tanto de la tubería flexible 28, al ser introducida la tubería flexible 28 en, o ser retirada del terreno 12 y/o en o de la envuelta de refuerzo receptora 26, entre otras cosas, como se verá aquí con más detalle en lo que sigue. La figura ilustra también el soporte trasero 54.

Con referencia ahora a la Figura 8, se ha representado en ella el carro 22 moviéndose hacia fuera del extremo delantero 30 de la tubería flexible 2 y de las prensas 18 del tren de perforación, al ser movida la barrena hacia atrás, a lo largo de la vía estacionaria 14, hacia el soporte trasero 54. El dispositivo de inclinación axial 50 se ha representado en la posición de extendido, y la mordaza 24 se ha representado en la posición de abierta, como se verá aquí con más detalle en lo que sigue. Es importante hacer notar que, debido a que el dispositivo de inclinación axial 50 está en la posición de extendido, como se ha ilustrado en la Figura 8, se hace que la mordaza 24 gire alrededor del pasador de pivote de mordaza 42 hasta que la línea central de la mordaza 24 coincida esencialmente con la línea central de la tubería flexible 28, al extenderse la misma desde el soporte trasero 54.

Con referencia ahora a la Figura 9, un primer plano de la mordaza 24 ilustra un lado de la hidráulica 46 de la mordaza 24. En la figura, dos cilindros hidráulicos 56 están conectados a las conducciones hidráulicas 58 y operan mediante su conexión al sistema hidráulico del tren de perforación inclinada montado sobre carro 10 de la técnica anterior. Cilindros hidráulicos 56 y conducciones 58 idénticos están unidos al lado opuesto (no representado) de la mordaza 24. Aunque el aparato 20 del presente invento es una entidad autónoma motorizada en una realización preferida, en otra realización preferida está configurada para ser unida a los trenes de perforación inclinada montados sobre carro 10 existentes conocidos en la técnica, y para utilizar las potencias motrices e hi-

dráulicas de los trenes de perforación montados sobre carro existentes.

En la Figura 9 se han ilustrado también los cerrojos 60 diseñados para unir la mordaza 24 juntándola, cuando está en la posición de cerrada/fijada. Los cerrojos 60 pueden ser de cualquier tipo actualmente conocido, o que se desarrolle después. Los cerrojos 60 ilustrados incluyen un receptor y un pasador de bloqueo. Cuando se unen, juntándolos, el receptor acepta al pasador de bloqueo y queda cerrada con cerrojo la mordaza 24, y se evita que pueda producirse movimiento axial relativo de cada uno con el otro. Puesto que el carro 22, la mordaza 24 y la tubería flexible 28 se mueven axialmente a lo largo de la vía estacionaria 14 en funcionamiento, es importante que los cerrojos 60 eviten el desplazamiento axial de la mitad superior 66 de la mordaza con respecto a la mitad inferior 68 de la mordaza, o que permita de otro modo que las mitades se muevan axialmente cuando estén en la posición de fijadas.

También se ha ilustrado en la Figura 9 el respaldo resistente 48 de la mordaza. En una realización preferida, el respaldo resistente 48 de la mordaza incluye un respaldo resistente superior 62 y un respaldo resistente inferior 64. Ya sea por sí solos, o ya sea juntos, el respaldo resistente superior 62 y el respaldo resistente inferior 64 añaden una significativa rigidez a la mordaza 24 y, por lo tanto, a la sección de la tubería flexible 28 contenida mediante la mordaza 24. La longitud y el tamaño del respaldo resistente 48 y de la mordaza 24 se determinan mediante cálculos conocidos, en los que interviene el peso del material a ser empujado o del que se haya de tirar mediante el aparato 20, y los coeficientes de rozamiento necesarios para hacerlo. Estos cálculos están dentro de las capacidades de las personas que posean los conocimientos corrientes de la técnica.

La Figura 10 es un primer plano de la mordaza 24 en el que se ha ilustrado una realización preferida de la mordaza 24 en la que la mordaza 24 está dividida por la mitad, e incluye la mitad superior 66 de la mordaza y la mitad inferior 68 de la mordaza. En una realización preferida, la mordaza 24 está dividida por la mitad horizontalmente a lo largo de su dimensión longitudinal, como se ha ilustrado en los dibujos. La división horizontal proporciona un mejor acceso a la mordaza 24 cuando se introduce por primera vez la tubería flexible 28 en la mordaza 24. Además, la división permite que la mordaza 24 sea fácil de mover a lo largo de la longitud de la tubería flexible 28, en la posición de abierta. Todavía, además, la división horizontal ayuda a mantener la tubería flexible 28 debidamente orientada dentro de la mordaza 24, mientras que una división vertical permitiría que la tubería flexible 28 se doblase hacia arriba y escapara de la mordaza 24.

En una realización preferida, la mordaza 24 incluye la envuelta de refuerzo exterior 70 y el forro interior 72. La envuelta de refuerzo exterior 70 añade rigidez a la mordaza 24, y puede cubrir partes del forro interior 72, como se ha ilustrado en la Figura 10, o bien puede discurrir a todo lo largo del forro interior 72, como se ha ilustrado en la Figura 11. En una realización preferida, el forro interior 72 está hecho de un material que es el mismo, y/o más blando, que el primer material flexible que haya de ser insertado en un segundo material. Para los mejores resultados, el forro interior 72 está hecho de un material que es me-

nos rígido, o que tiene la misma rigidez, que la tubería a ser empujada. En otra realización preferida, por lo tanto, el forro interior 72 está hecho de plástico de HDPE, el mismo que el plástico de HDPE de la tubería flexible 28 que sea insertada en el terreno 12, por ejemplo. En la Figura 10 se ha ilustrado también una realización preferida del presente invento en la que el borde delantero 74 del forro interior 72 está biselado. Con cualquiera de estas dos realizaciones, queda asegurado que el forro interior 72 no daña a la tubería flexible 28 al ser operada la mordaza 24 y ser movida la tubería 28 a través de la mordaza 24.

En la Figura 11 se ha ilustrado otra realización preferida del presente invento, en la que un solo cilindro hidráulico 56 opera la apertura y el cierre de la mordaza 24. También, como se ha mencionado en lo que antecede, la Figura 11 ilustra una realización preferida del presente invento en la que la envuelta de refuerzo exterior 70 abarca por completo al forro interior 72 a lo largo de toda la longitud del forro interior 72. Además, la figura ilustra una realización preferida del presente invento en la que hay presente un espacio de separación 76 a lo largo de toda la dimensión longitudinal de la mordaza 24 cuando la mordaza 24 está en la posición de cerrada. Debido a que la hidráulica 46 de la mordaza proporciona una presión de agarre gradual, es decir, que se mantiene la presión constantemente o bien que puede ser aumentada gradualmente, según se desee, el espacio de separación 76 asegura que la mitad superior 66 de la mordaza y la mitad inferior 68 de la mordaza jamás se trabarán la una contra la otra oponiéndose a su cierre.

Con referencia ahora a la Figura 12, se han ilustrado en ella los diversos ángulos con los cuales guarda relación el invento del solicitante. Para empezar, la línea central 78 de la tubería de perforación representa la línea a lo largo de la cual ha sido perforada una galería en el terreno 12, y dentro de la cual ha de ser insertada la tubería flexible 28. La línea central 80 de la envuelta de refuerzo receptora 26 ilustra el hecho de que la envuelta 26 se aproxima a la galería con un ángulo mayor. De nuevo, en una realización preferida, la envuelta de refuerzo receptora 26 se extiende desde el terreno 12 hacia el aparato 20. En un cierto punto, la línea central 80 de la envuelta de refuerzo receptora 26 coincide con la línea central de la tubería de perforación 78, de modo que permite la inserción de la tubería flexible 28 dentro de la galería. En la realización preferida sin la envuelta 26, la tubería flexible 28 sigue siendo insertada en el terreno 12 esencialmente a lo largo de la línea/trayectoria indicada como la línea central 80.

Con referencia ahora a la Figura 13, se ha ilustrado en ella la conexión 82 de la vía estacionaria. En una realización preferida, la conexión 82 de la vía estacionaria está conectada a la envuelta de refuerzo receptora 26 por medio de una mordaza 84 de aro de localización y del pivote 86 de la mordaza de aro de localización. En una realización preferida, el pivote 86 de la mordaza de aro de localización está asegurado a las prensas 18 del tren de perforación, o a alguna otra parte estacionaria del tren de perforación inclinada montado sobre carro 10. Como su nombre indica, la mordaza 84 de aro de localización, localiza la envuelta de refuerzo receptora 26 mientras que permite que la envuelta de refuerzo receptora 26 pivote dentro del pivote 86 de la mordaza. El pivote 85 de la mordaza se usa para facilitar la instalación de la envuelta 26.

Durante la operación del presente invento, el pivote 86 de la mordaza está preferiblemente bloqueado en su posición.

La Figura 14 es una vista por arriba que ilustra la mordaza 84 de aro de localización y el pivote 86 de la mordaza de aro de localización, en este caso asegurada a la zapata fija 88 de la placa frontal que está anclada en el terreno 12. En cualquier caso, se describe otra realización preferida del invento en la que los montantes 90 están conectados por un extremo a la vía estacionaria 14, por medio de conexión a la zapata fija 88 de la placa frontal. Los extremos opuestos de los montantes 90 están conectados a un aro 92 de mordaza de la envuelta de refuerzo receptora, el cual está conectado firmemente a la envuelta de refuerzo receptora 26. Los montantes 80 absorben las cargas generadas durante la inserción y la retirada de la tubería 28.

Las ventajas del presente invento pueden comprenderse mejor si se hace referencia al primer ejemplo que se describe de la solución de la técnica anterior, usada para instalar tubería flexible en una galería. Para empezar, el aparato 20 del presente invento hace posible que un usuario se ahorre el tiempo y el coste que implica la creación de uniones de acoplamiento macho/hembra. En vez de eso, se crea una longitud de 305 metros de tubería flexible soldando para ello directamente juntos trozos de 12,2 metros. Con esto se reduce el número de soldaduras a la mitad, de cincuenta a veinticinco, lo cual representa por sí mismo una economía extraordinaria en tiempo y en coste. Lo que es más importante, las soldaduras directas dan por resultado realmente que la tubería sea más resistente en la soldadura, aumentándose la integridad estructural de la tubería y disminuyendo la probabilidad de fugas durante la inserción y la retirada. De acuerdo con el presente invento, se puede crear en un día una sola tubería flexible 28 soldada continuamente, otra economía de un cincuenta por ciento del tiempo con respecto a la técnica anterior. Además, puesto que no se han creado uniones que sean mayores que el diámetro exterior de la tubería flexible 28, no se requiere escariado de ensanchamiento alguno adicional de la galería, con lo que se ahorran todavía diez días completos más de tiempo de tren de perforación. Finalmente, puesto que se ha creado una sola longitud de tubería flexible continua 28, la instalación de 305 metros de tubería flexible 28 requiere media hora, frente a las dieciséis horas requeridas en la técnica anterior.

A la luz del estudio hecho en lo que antecede, algunas de las ventajas más evidentes del aparato 20 del presente invento sobre la técnica anterior son las siguientes:

- * Que se puede instalar una conducción por tubería continua usando el tren de perforación montado sobre carro 10 existente conjuntamente con el aparato 20 al tiempo que se deja el tren de perforación montado sobre carro 10 en la posición exacta, como durante la perforación de una galería.
- * Que se pueden aplicar grandes cargas de compresión a la tubería flexible 28 sin dañarla.
- * Que se puede instalar y retirar la conducción por tubería muy rápidamente.
- * Que la mordaza 24, cuando agarra a la tu-

bería flexible 28, añade rigidez a la tubería flexible 28 y no produce daños ni marcas en la tubería flexible 28, manteniendo así la integridad de la conducción por tubería.

* Que el control operativo de la mordaza 24 es sencillo; con esencialmente dos funciones:

- a) mordaza abierta; mordaza fijada, con presión de agarre gradual, con presión del cilindro hidráulico ajustable desde 0 a $2,76 \times 10^7$ kg/m², por ejemplo; y
- b) inclinación axial de la mordaza, de alineación horizontal a axial, con la galería o la envuelta de refuerzo receptora 26, es decir, con el extremo delantero hacia abajo.

En funcionamiento, cuando las circunstancias lo requieran, y con referencia de nuevo a la Figura 13, la envuelta de refuerzo receptora 26, en una realización preferida, es deslizada a través de la mordaza 84 de aro de localización montada en la parte superior de prensas 18 del tren de perforación, por ejemplo. La mordaza 84 de aro de localización es pivotada libremente alrededor de un eje horizontal en el pivote 85 de la mordaza, el cual está rígidamente unido a la parte superior de las prensas 18 del tren de perforación. En otra realización preferida, como la ilustrada en la Figura 14, el aro de mordaza 92 está unido firmemente a la envuelta de refuerzo receptora 26. Un extremo de los montantes 90 está conectado a la zapata fija 88 de la placa frontal, la cual está anclada en el terreno 12. El otro extremo de los montantes 90 está conectado al aro 92 de la mordaza. Las fijaciones mediante los montantes 90 pueden ser tensadas hidráulicamente para mantener la envuelta de refuerzo receptora 26 rígidamente unida al tren de perforación montado sobre carro 10 y mantenida en la entrada a la galería en el terreno 12.

Cuando se necesite, la envuelta de refuerzo receptora 26 tiene aproximadamente un diámetro que es 1/2 veces mayor que el de la tubería flexible 28, y el diámetro exterior de la envuelta de refuerzo receptora 26 es justo ligeramente menor que el diámetro de la galería en el terreno 12. Preferiblemente, la envuelta de refuerzo receptora 26 es una pared media/delgada de acero.

El carro delantero 34 está situado frente al motor de la barrena 16 y está también libre para deslizar a lo largo de la viga de la vía estacionaria 14. El carro 22 tiene rodillos 44 que reducen el rozamiento, proporcionan una localización precisa, y retienen el aparato 20 sobre la vía estacionaria 14.

El carro trasero 36 está construido para operar como el carro delantero 34, pero está situado opuesto al carro delantero 34 con la barrena 16 entre ellos. Los dos carros están unidos entre sí mediante pasadores de bloqueo 40 en los miembros estructurales superiores del carro 22 y los amarres laterales 38 unidos a los miembros estructurales inferiores del carro 22, aproximadamente en línea con los rodillos 44.

En una realización preferida, la mordaza 24 comprende dos mitades, la mitad superior 66 de la mordaza y la mitad inferior 68 de la mordaza, de una envuelta de refuerzo exterior cilíndrica 70, dividida axialmente a lo largo de un plano horizontal. Las dos mita-

des de la mordaza 24 son abiertas y cerradas mediante cilindros hidráulicos 56 a ambos lados, los cuales están equilibrados en cuanto a presión, de modo que aplican fuerza por igual. En una realización preferida, la longitud de la mordaza 23 es de ocho a veinte veces el diámetro de la tubería flexible 28, de modo que la fuerza generada por la presión de la mordaza es suficiente para proporcionar unos medios para vender tanto la fuerza del rozamiento entre la tubería flexible 28 y la galería en el terreno 12, como la fuerza de rozamiento requerida para tirar de la conducción por tubería montada sobre la superficie del terreno 12 por detrás del tren de perforación montado sobre carro 10. La fuerza de fijación puede ser entonces lo suficientemente pequeña como para que se evite que se aplaste la tubería flexible 28.

En una realización preferida, se ha previsto un forro interior 72 que está hecho del mismo material que el de la tubería flexible 28. El borde delantero 74 del forro interior 72 está biselado/estrechado, para proporcionar una suave entrada y salida de la tubería flexible 28 dentro y fuera de la mordaza 24.

En otra realización preferida, la mordaza 24, en la posición de cerrada, tiene un pequeño espacio de separación 76 a lo largo de la longitud de la mordaza 24. Además, el diámetro de la mordaza 24 deberá ser nominalmente igual al diámetro exterior de la tubería flexible 28.

Es importante hacer notar que el eje longitudinal de la mordaza 24 debe permanecer rígido, a fin de asegurar una distribución uniforme de las cargas de compresión en el cierre. En una realización preferida, esto se consigue mediante el respaldo resistente superior 62 y el respaldo resistente inferior 64, los cuales proporcionan también la estructura para la fijación de los cilindros hidráulicos 46.

Los cerrojos 60, constituidos por pasadores y receptáculos opuestos, por ejemplo, están incorporados a ambos lados de la mordaza 24 y proporcionan medios para transferir las cargas axiales entre la mitad superior 66 de la mordaza y la mitad inferior 68 de la mordaza, e impedir que las mordazas se desalineen durante el empuje o la tracción.

Insistimos en que es preferente tener la mordaza 24 dividida a lo largo de un plano horizontal, debido a que las superficies de la mordaza 24 contienen el radio desviado de la tubería flexible 28 cuando se libera la mordaza 24 en la posición de abierta. Si la mordaza 24 estuviera dividida a lo largo de un plano acial vertical, la tubería flexible 28 tendría tendencia a mover la división de la mordaza superior cuando esté abierta la mordaza 24. Ello requeriría sujeciones adicionales de la tubería en la parte superior de la mordaza 24.

Es preferible que el pasador de pivote 42 de la mordaza esté conectado al respaldo resistente inferior 64 y esté inclinado de modo que el respaldo resistente inferior 64 tenga una sección mayor/más larga para la parte trasera del pasador de pivote 42 de la mordaza. Esto garantiza una disminución de peso desigual, que hace que la mordaza 24 gire alrededor del pasador de pivote 42 de la mordaza y se quede la parte posterior de la mordaza 24 en una posición horizontal.

Cuando está abierta, la mordaza 24 tiene una abertura que es aproximadamente 1 ½ veces mayor que el diámetro de la tubería flexible 28, de modo que permite que la mordaza 24 deslice fácilmente en uno u otro sentido a lo largo de la tubería flexible 28. En una realización preferida, un soporte trasero 54 está

montado en el extremo trasero del tren de perforación montado sobre carro 10. El soporte trasero 64 incluye rodillos o superficies que reduzcan el rozamiento. Es importante hacer notar que el eje central del soporte trasero 64 tiene la misma altura que la línea central de la mordaza 24 cuando el eje longitudinal de la mordaza 24 es paralelo a la vía estacionaria 14 (véase la Figura 8, por ejemplo). En los casos en los que la resistencia sea baja y/o la rigidez de la tubería flexible 28 sea alta, se usa el soporte frontal 32 para guiar y soportar a la tubería flexible 28 dentro de la galería, sin el uso de la envuelta de refuerzo receptora 26. En este caso, el soporte frontal 32 reduce al mínimo el movimiento lateral, de lado a lado, y en cierto grado el vertical, hacia arriba y hacia abajo, de la tubería flexible 28.

El dispositivo de inclinación axial 50, en una realización preferida, va unido entre el respaldo resistente inferior 64 de la mordaza 24 y ya sea el frente o ya sea la parte trasera del carro 22. Se usa el dispositivo de inclinación axial 50 para cambiar la alineación angular entre el eje de la viga del tren de perforación montado sobre carro 10 (vía estacionaria 14) y el eje de la mordaza 24. El ángulo relativo entre estos ejes está comprendido en el margen desde cero grados hasta treinta grados. Por medio del dispositivo de inclinación axial 50, la mordaza 24 se inclina hacia abajo al ser movida la mordaza 24 hacia delante a lo largo de la vía estacionaria 14, por ejemplo, y luego se inclina hacia arriba al ser movida la mordaza 24 hacia atrás. En uso, un operador observa la operación del aparato 20 y ajusta el dispositivo de inclinación axial 50 y la mordaza 24 lo necesario para mantener la tubería flexible 28 alineada axialmente con la galería, o bien, si se usa, con la envuelta de refuerzo receptora 26, al ser insertada la tubería flexible 28 en la galería en el terreno 12.

Para insertar la tubería flexible 28 en la galería en el terreno 12, una vez que haya sido previamente soldada una sección continua larga de tubería flexible 28, se pasan aproximadamente 4,5 metros de tubería flexible 28 tirando a través del soporte trasero 54. Se abre la mordaza 24 y se mueve el carro 22 hacia atrás, entrando la tubería flexible 28 dentro de la mordaza 24. Se cierra la mordaza 24 cuando el extremo delantero 30 de la tubería flexible 28 haya pasado a través de la mordaza 24. En ese punto, se mueve hacia delante el carro 22, llevando al extremo delantero 30 de la tubería flexible 28 dentro de la galería y/o de la envuelta de refuerzo receptora 26. Al mismo tiempo, el dispositivo de inclinación axial 50 inclina el frente de la mordaza 24 hacia abajo, de modo que se alinee la tubería flexible 28 en la galería o en la envuelta de refuerzo receptora 26, en el caso de que sea necesaria la envuelta de refuerzo receptora 26. En ese punto, se abre la mordaza 24, se mueve hacia atrás el carro 22, y se inclina la mordaza 24 mediante el dispositivo de inclinación axial 50, de modo que se alinee la trasera del carro 24 con el soporte trasero 54 y la tubería flexible 28 en ese lugar.

Se continúa el proceso, cerrando para ello la mordaza 24, moviendo el carro 22 hacia delante y empujando una nueva sección de tubería flexible 28 dentro de la galería/envuelta de refuerzo receptora 26, todo mientras se inclina la mordaza 24 para controlar la forma de la distorsión de la tubería flexible 28 originada por las fuerzas de compresión. Si la fuerza de compresión es lo suficientemente grande como para

que no se pueda controlar la flexión, el operador detiene el movimiento hacia delante. Se abre la mordaza 24 y se mueve el carro 22 hasta meterlo unos pocos metros por la entrada a la galería o envuelta de refuerzo receptora 26. Las cargas de compresión debidas al rozamiento en la galería pueden ser suficientes como para inducir pandeo en la tubería 28. Quienes posean los conocimientos corrientes de la técnica, saben que por medio del análisis básico del "pandeo" se puede calcular la carga de pandeo. La carga de pandeo, en general, es proporcional al cuadrado de la longitud de la tubería no soportada "expuesta", entre el extremo delantero de la mordaza 24 y la entrada a la galería/envuelta de refuerzo receptora 26. Si se reduce la longitud de la tubería expuesta, por ejemplo, de 9,1 metros a 1,5 metros, la carga de pandeo aumenta multiplicándose por treinta y seis. Por consiguiente, durante los períodos en los que las cargas de compresión sean altas en la tubería flexible 28, como puede ser observado fácilmente por un observador que observe la forma de la tubería flexible 28, se mueve la mordaza 24 metiéndola en una corta distancia desde

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

la entrada a la galería o envuelta de refuerzo receptora 26, antes de que sea colocada en la posición de cerrada, y se continúa el proceso de inserción. En combinación, por lo tanto, en una realización preferida, la tubería flexible 28 está contenida dentro de la galería o envuelta de refuerzo receptora 26 y también dentro de la mordaza 24. Como resultado, la tubería flexible 28 se comporta como si tuviese un soporte encajado en ambos extremos de la tubería flexible 28, lo cual cambia el modo de pandeo, aumentando grandemente la carga para la cual el pandeo plantea un problema.

El proceso de sacar la tubería flexible 28 de una galería en el terreno es el inverso del proceso descrito en lo que antecede. Puesto que la tubería flexible retirada 28 se toma de la parte trasera del tren de perforación 10, se puede retirar la tubería flexible 28 tan rápidamente como pueda ser operado el aparato 20.

Aunque se ha descrito el presente invento en relación con la realización preferida del mismo, debe quedar entendido que puede haber otras realizaciones que queden dentro del alcance del invento, tal como éste queda definido por las reivindicaciones que siguen.

REIVINDICACIONES

1. En un tren de perforación inclinada montado sobre carro con una vía estacionaria (14) y una barrena movable (16) para perforar una galería en el terreno (12), un aparato de empuje-tracción (20) para insertar y retirar tubería cilíndrica (28) en y de la galería, que comprende:

- a) un carro (22) unido a la barrena movable (16); y
- b) una mordaza ajustable (24) conectada al carro (22), ajustable entre una posición de abierta y una posición de fijada en la tubería cilíndrica (28).

2. El aparato según la reivindicación 1, que comprende además una envuelta de refuerzo receptora (26) configurada para recibir y soportar la tubería cilíndrica (28) al ser la tubería cilíndrica insertada en y retirada de la galería.

3. El aparato según la reivindicación 1 ó 2, en el que la mordaza ajustable (24) comprende además dos mitades (66, 68) conformadas a las dimensiones del exterior de la tubería cilíndrica (28).

4. El aparato según la reivindicación 3, que comprende además una envuelta de refuerzo exterior (70) y un forro interior (72) para cada mitad (66, 68).

5. El aparato según la reivindicación 4, en el que el forro interior (72) es de un material que es el mismo que el de la tubería cilíndrica (28).

6. El aparato según la reivindicación 4 ó 5, en el que el forro interior (72) tiene bordes delanteros biselados (74).

7. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, que comprende además una conexión de tren de perforación montado sobre carro (82) para conectar la envuelta de refuerzo receptora (26) al tren de perforación inclinada montado sobre carro.

8. El aparato según la reivindicación 7, en el que la conexión de tren de perforación montado sobre carro comprende una mordaza (84) de aro de localización y un pivote (86) de la mordaza.

9. El aparato según la reivindicación 7 u 8, en el que la conexión (82) del tren de perforación montado sobre carro comprende montantes (90) conectados

al tren de perforación montado sobre carro que se extienden para conectar con un aro (84) de mordaza de la envuelta de refuerzo receptora conectado a la envuelta de refuerzo receptora (26).

10. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 9, que comprende además al menos un respaldo resistente (48) conectado a la mordaza ajustable (24).

11. El aparato según la reivindicación 10, que comprende además un par de respaldos resistentes situados en oposición (62, 64) conectados a lo largo de las dimensiones longitudinales de la mordaza ajustable (24).

12. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 11, en el que la envuelta de refuerzo receptora (26) se extiende desde la galería.

13. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, en el que las dos mitades (66, 68) están divididas horizontalmente.

14. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, en el que las dos mitades (66, 68) están separadas por un espacio de separación longitudinal (76) cuando están en la posición de fijadas.

15. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la mordaza ajustable (24) es operable hidráulicamente y proporciona presión gradual de agarre en la posición de fijada.

16. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además un dispositivo de inclinación axial (50) conectado a la mordaza ajustable (24).

17. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la tubería cilíndrica (28) es una tubería de HDPE (polietileno de alta densidad).

18. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, en el que la tubería cilíndrica (28) ha sido seleccionada de un grupo que incluye: tubería de plástico, tubería metálica, y tela metálica para pozos.

19. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además al menos un soporte (32, 54) para la tubería cilíndrica (28).

20. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha mordaza ajustable (24) está conectada a pivotamiento al carro movable (22).

Figura 1

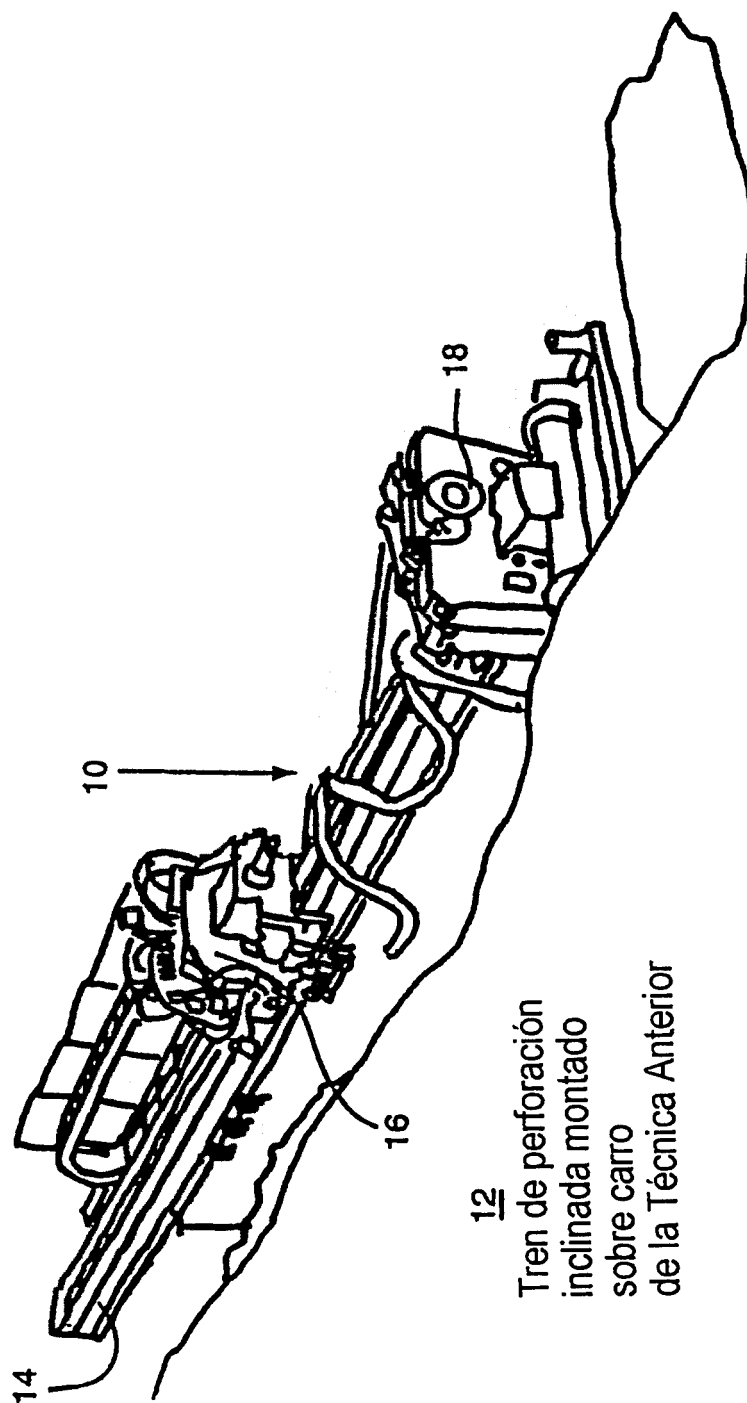


Figure 2

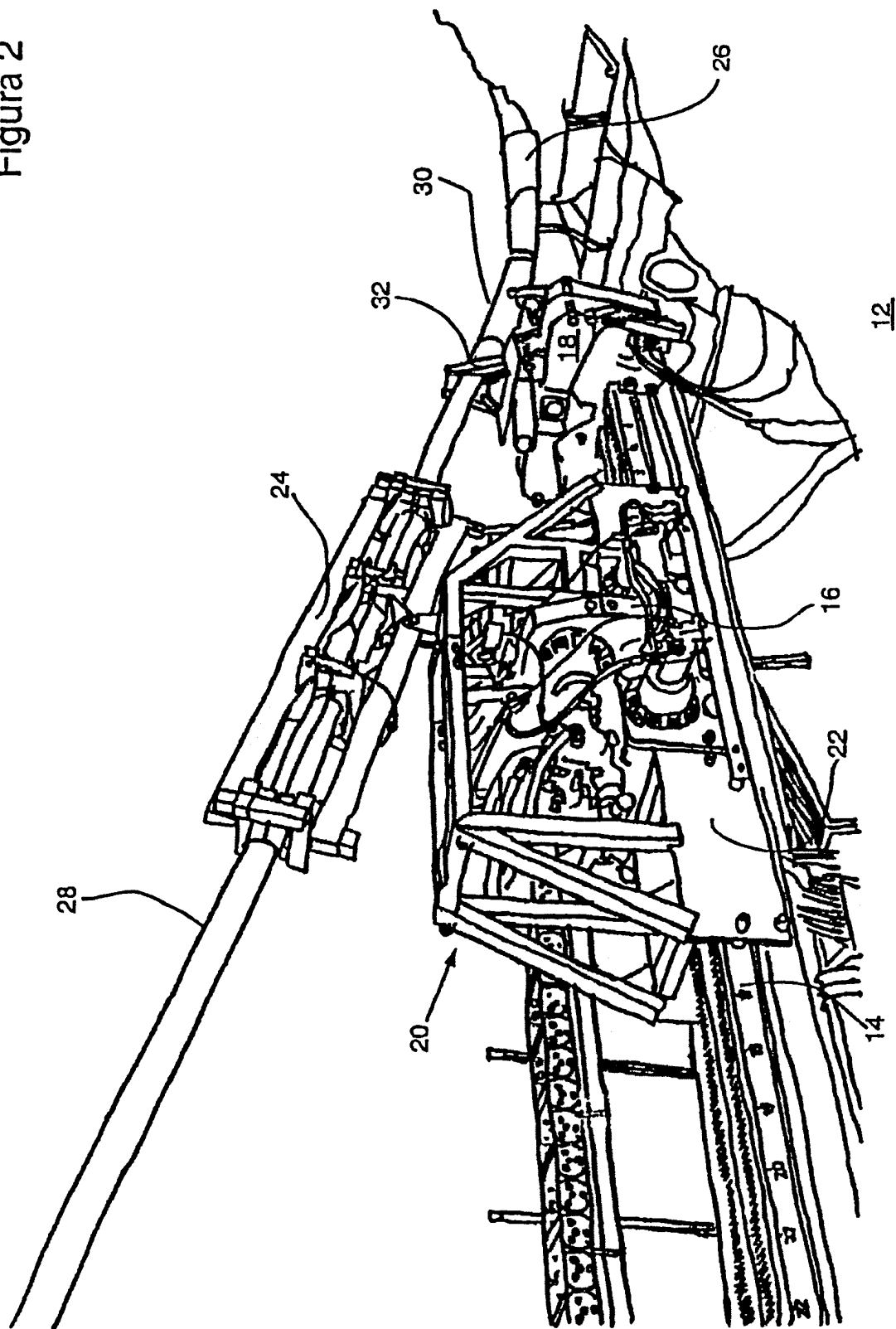


Figura 3

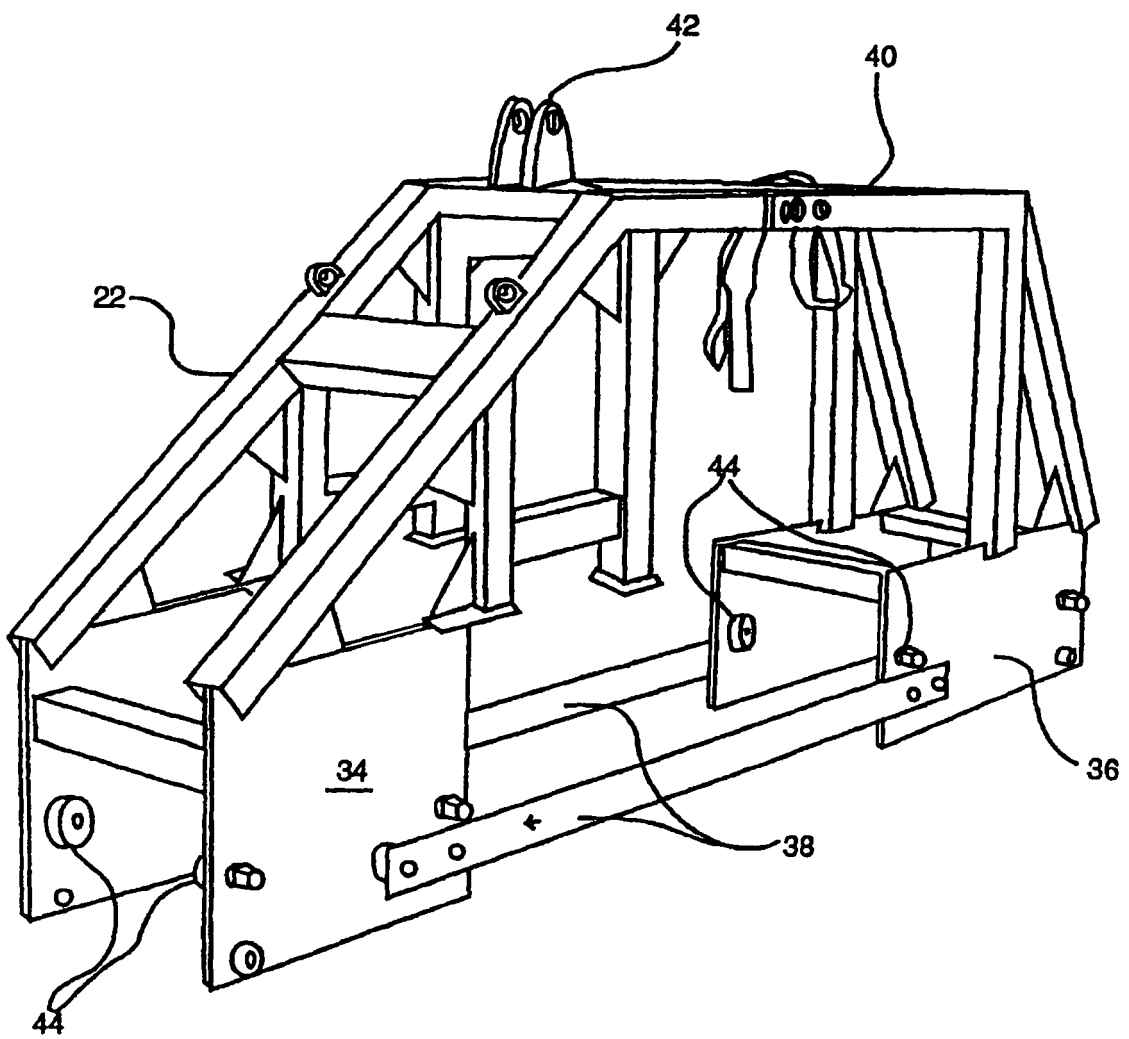


Figura 4

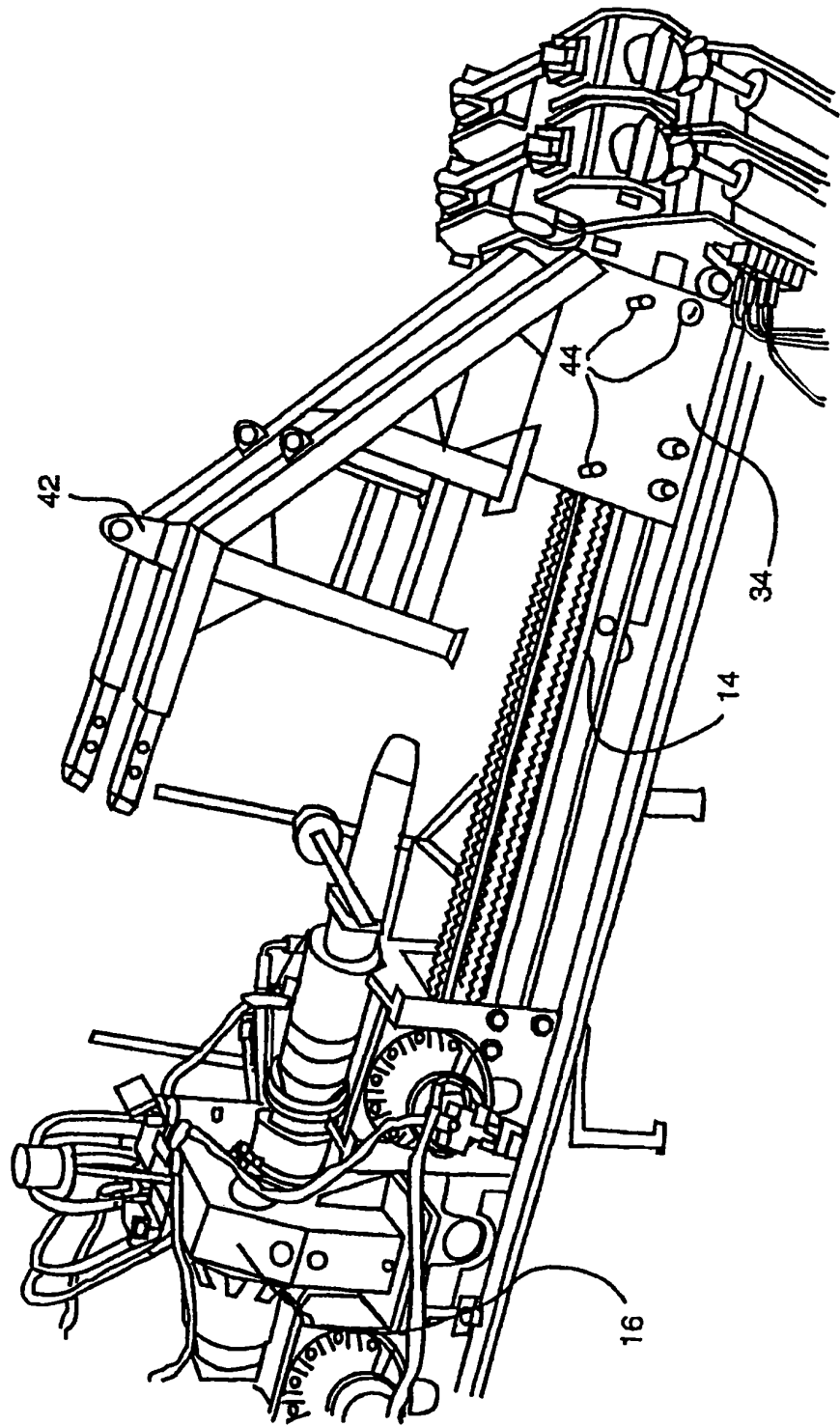


Figura 5

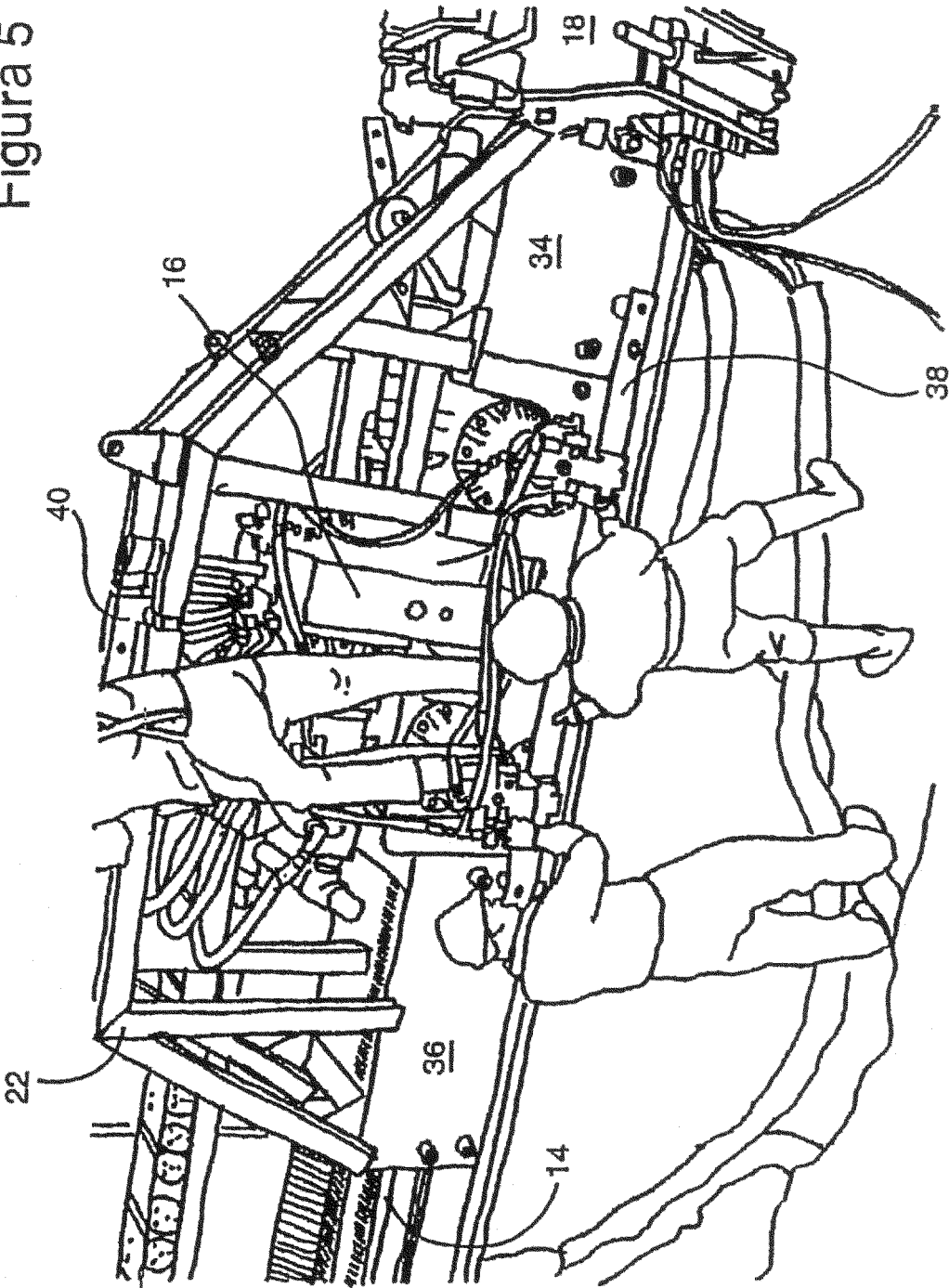


Figura 6

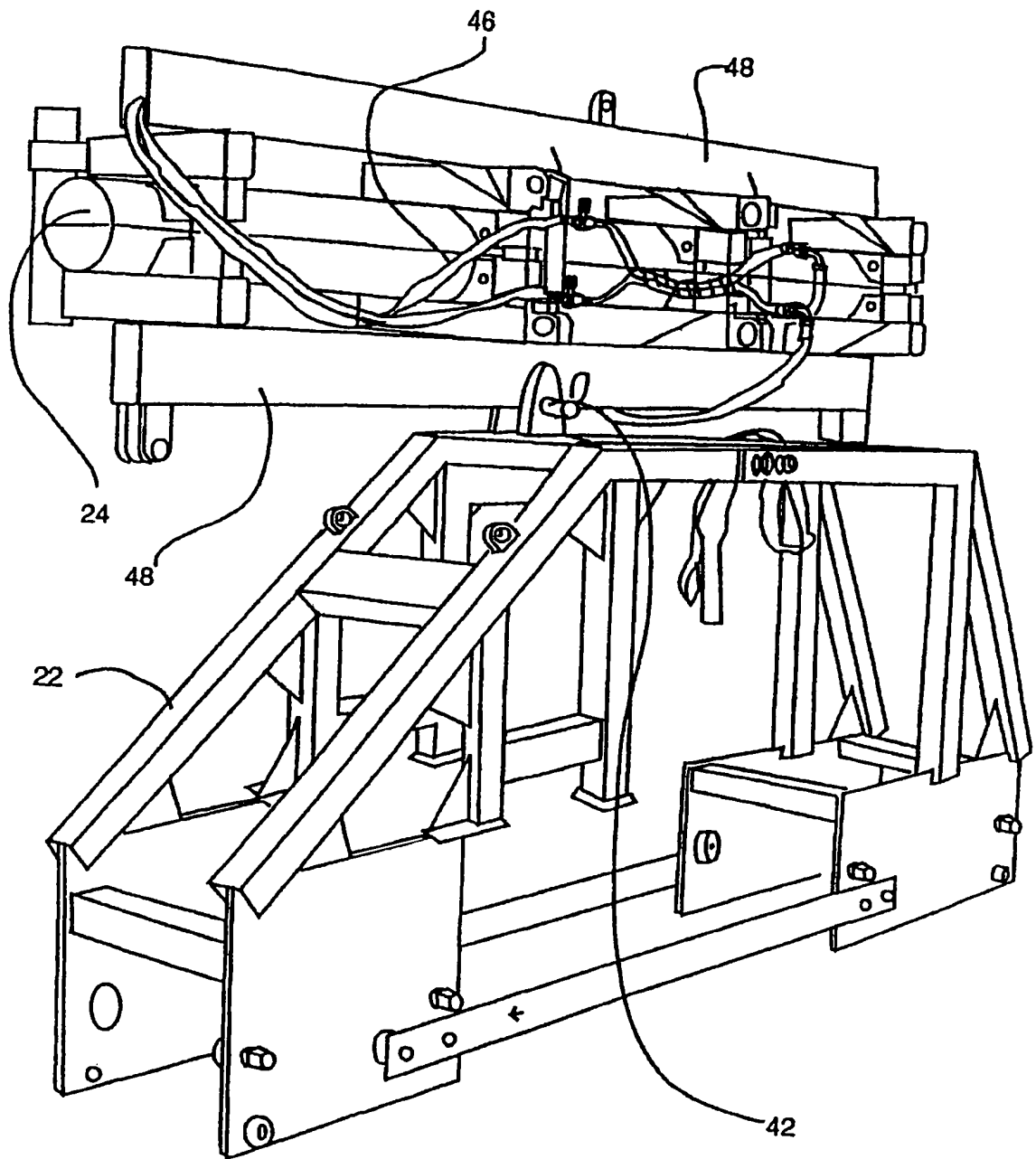


Figura 7

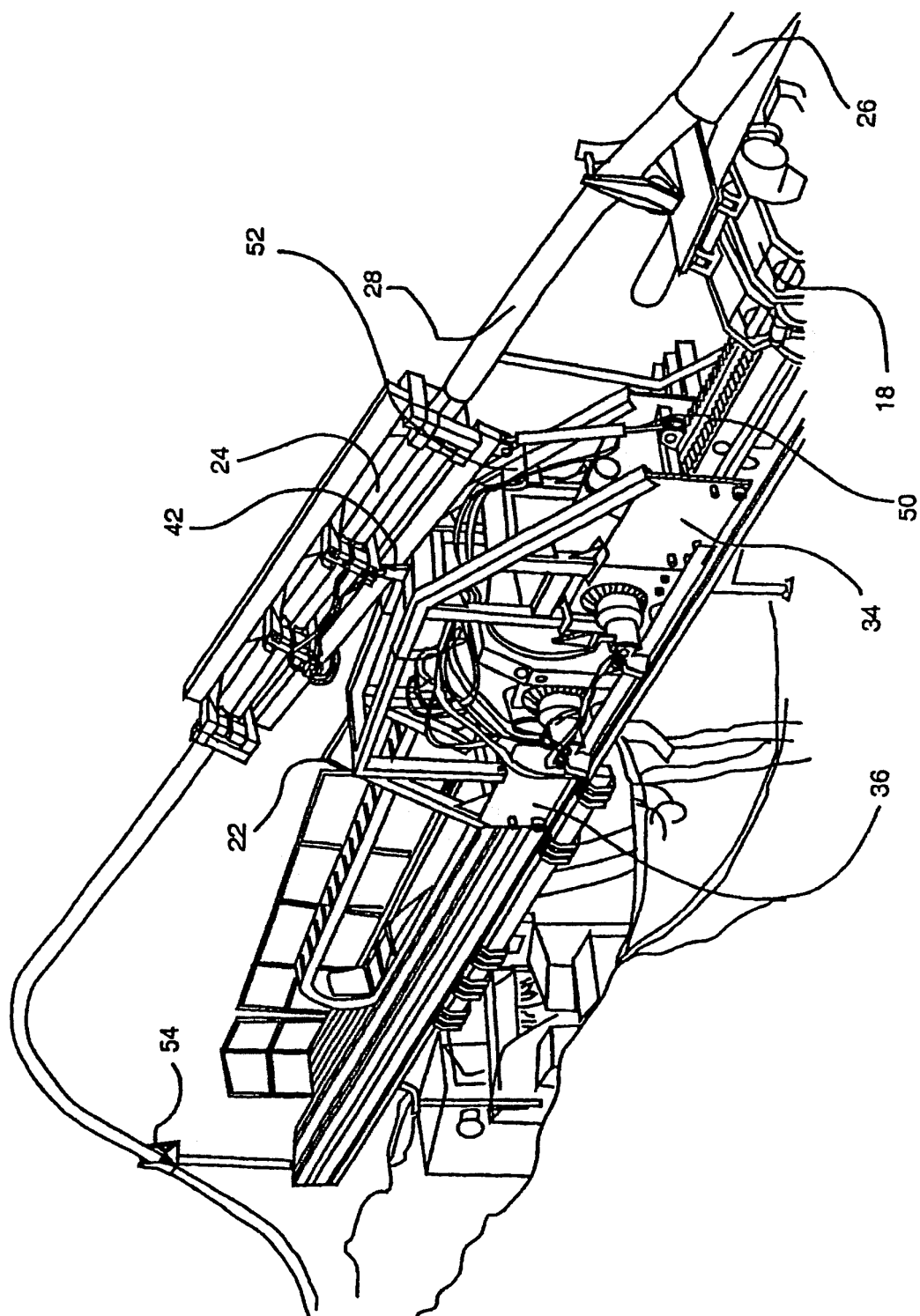


Figura 8

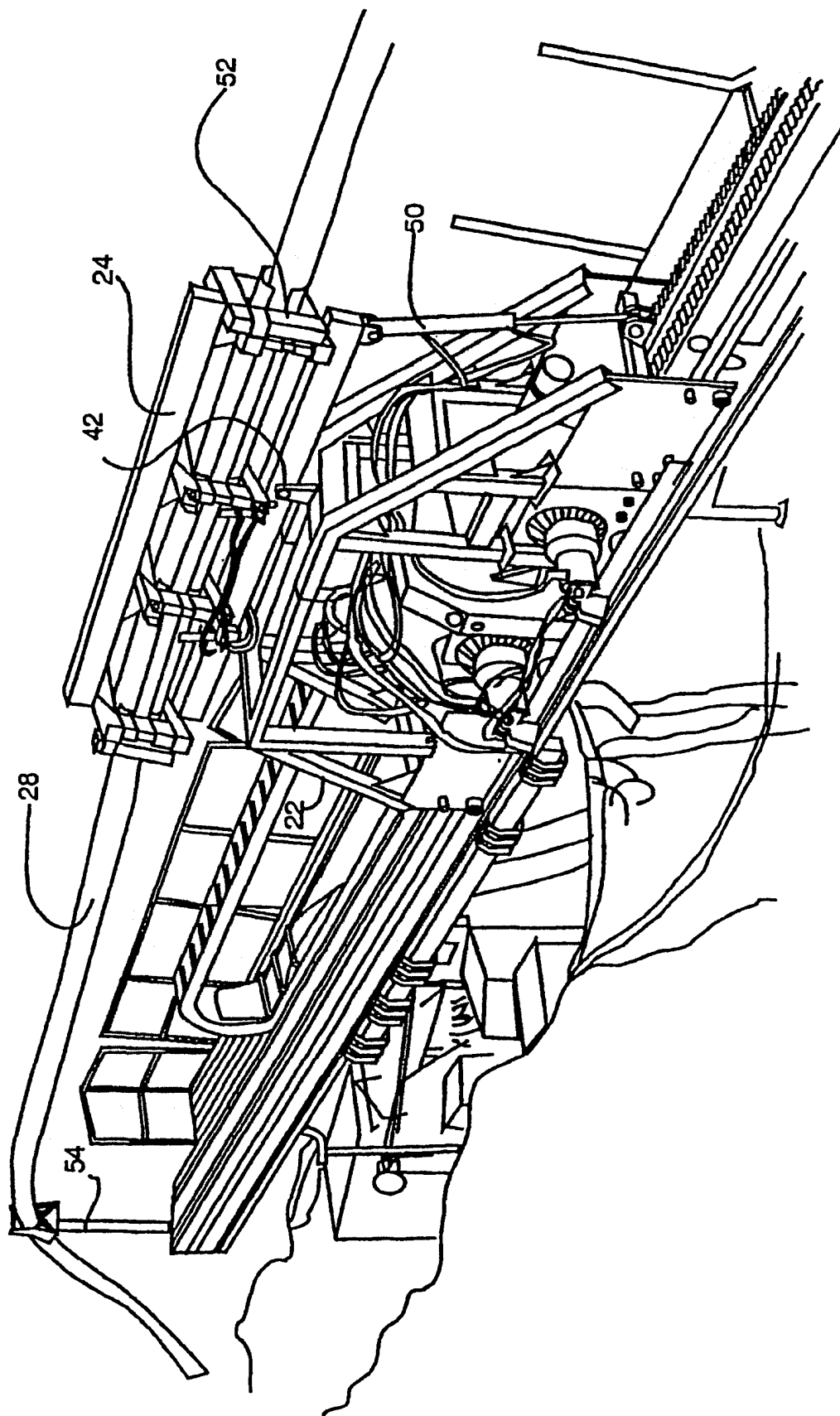


Figura 9

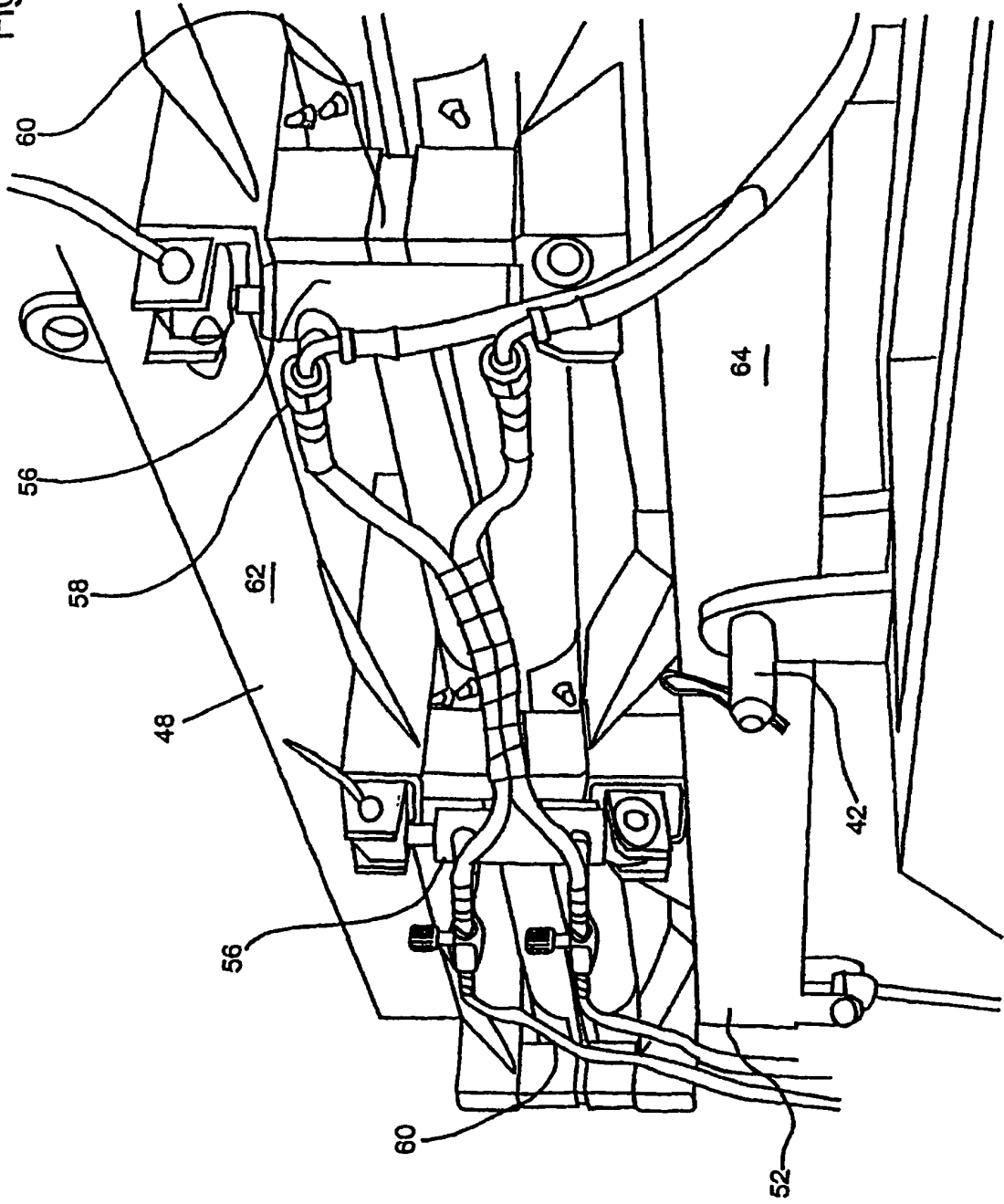


Figura 10

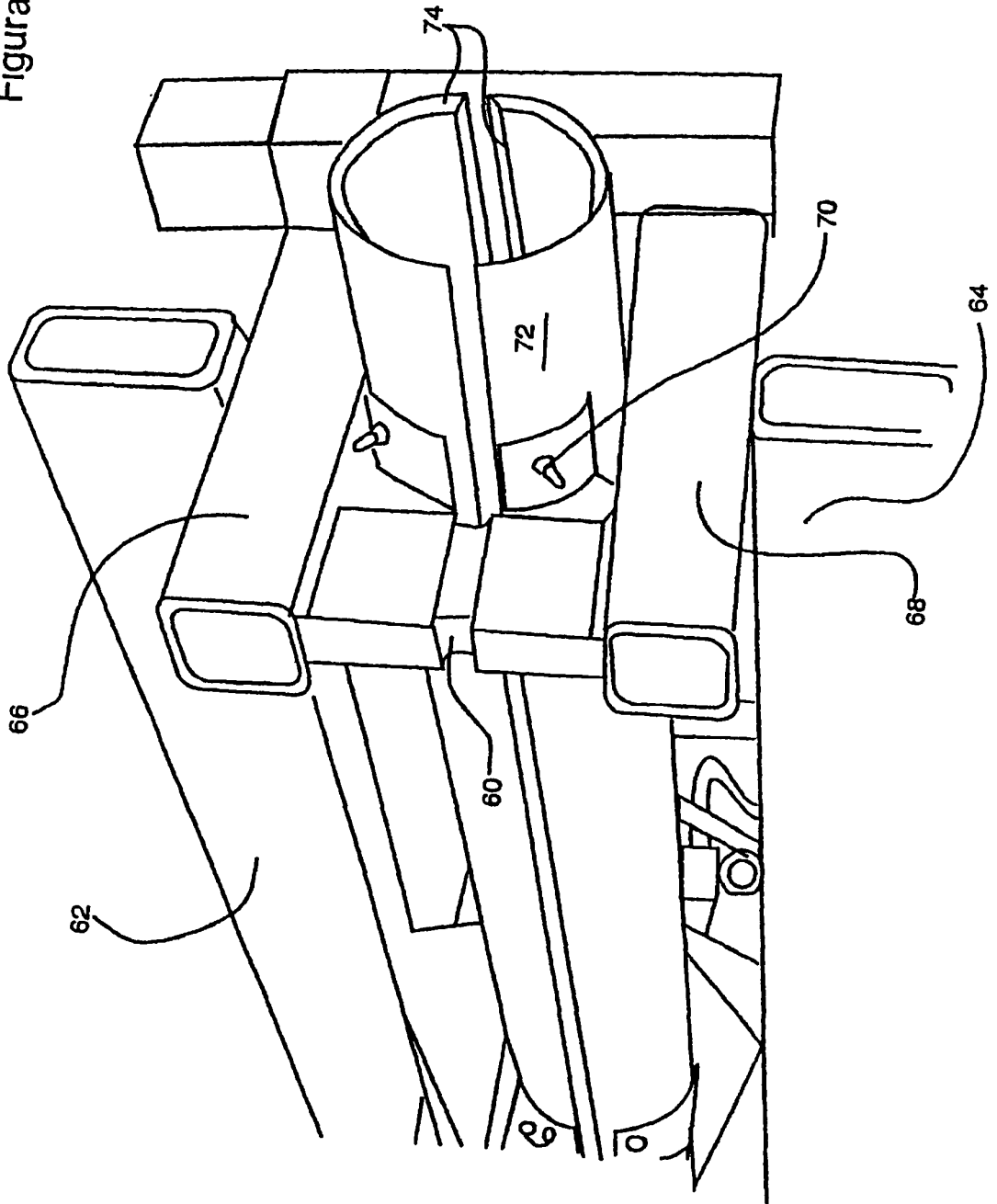


Figura 11

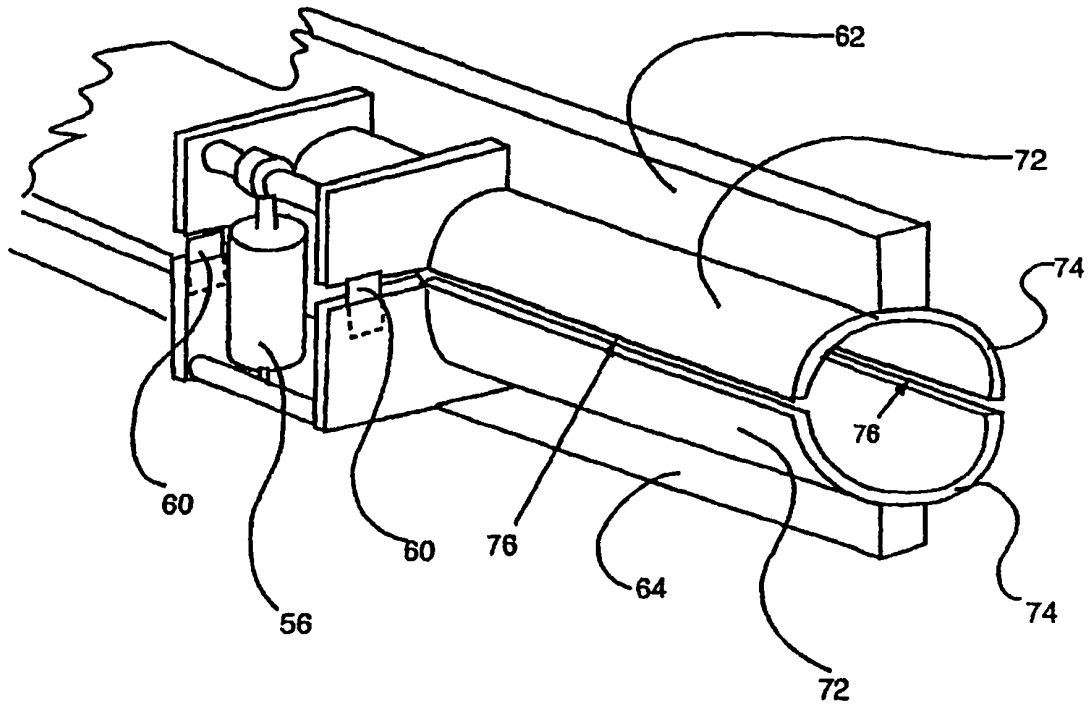


Figura 12

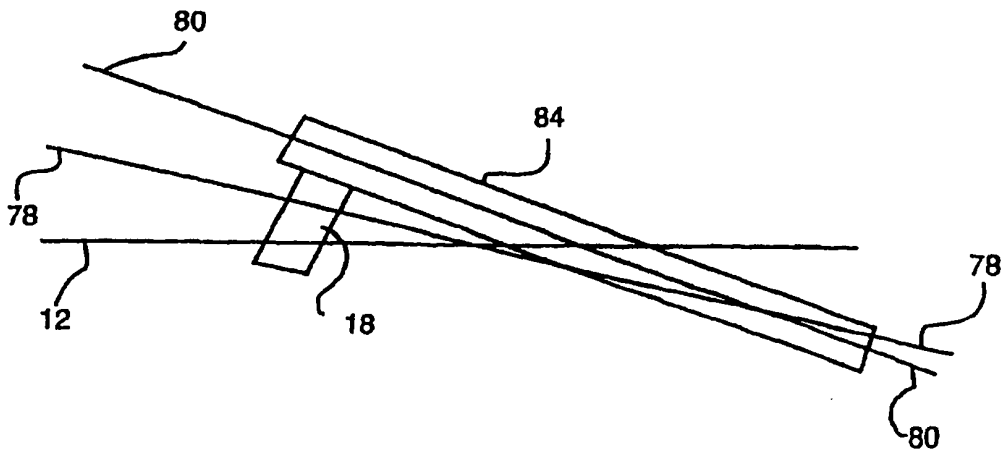


Figura 13

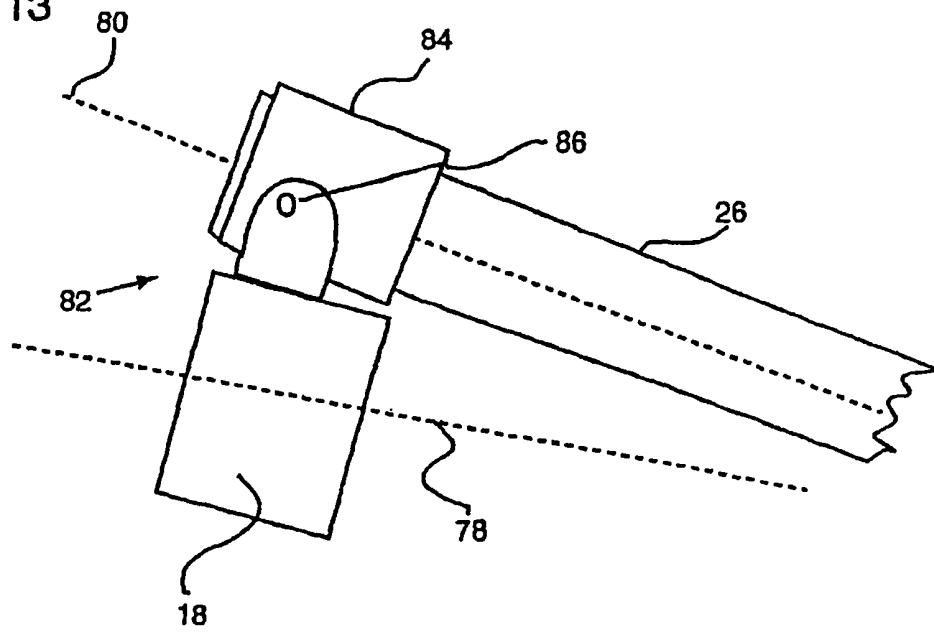


Figura 14

