



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 350 294**

51 Int. Cl.:

**B21D 7/14** (2006.01)

**B21D 7/12** (2006.01)

**B21D 7/025** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07252727 .8**

96 Fecha de presentación : **06.07.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **1875974**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.01.2008**

54

Título: **Máquina curvadora de tuberías provista de un sensor de posición de un elemento de soporte móvil, un sensor de posición de un elemento de curvado y un indicador de dichas posiciones.**

30

Prioridad: **06.07.2006 US 428981**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**20.01.2011**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**20.01.2011**

73

Titular/es:  
**CRC-EVANS PIPELINE INTERNATIONAL, Inc.**  
**11601 N. Houston-Rosslyn Rd**  
**Houston, Texas 77086, US**

72

Inventor/es: **Lewis, Donald E. y**  
**Jackson, Jimmie D.**

74

Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 350 294 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

Máquina curvadora de tuberías provista de un sensor de posición de un elemento de soporte móvil, un sensor de posición de un elemento de curvado y un indicador de dichas posiciones.

**Campo técnico de la invención**

La presente invención se refiere, en general, a un aparato curvador de tuberías, y más en particular a un aparato para mejorar la velocidad y la precisión de la formación de curvas en las tuberías de gran diámetro, tales como el tipo que se utilizan para los conductos que transportan productos petroquímicos, y similares.

**Antecedentes de la invención**

Por todo el mundo los líquidos y los gases, tales como los combustibles se distribuyen a través de unas redes de conductos. En general, los conductos constituyen unas secciones de tubería grandes de 12,2 m (40 pies) de longitud, con un diámetro de 0,152 a 1,52 cm (6 a 60 pulgadas), que son soldadas entre sí y enterradas en el suelo. Los conductos siguen el contorno general de la tierra y deben ser trazados alrededor de obstáculos naturales y artificiales. En lugar de formar curvas en una tubería, soldando unas secciones cortas de tubería en un ángulo, la una a la otra, se forman curvas curvando unas secciones de tubería *in situ* a medida que se construye el conducto. Curvar la tubería minimiza el número de soldaduras y mejora la fiabilidad del conducto resultante. Debido al tamaño de las tuberías que se curvan, los equipos de curvado de tuberías son, en general, masivos de tamaño y de funcionamiento hidráulico. Típicamente, la presión hidráulica para hacer funcionar el equipo de curvado de tuberías, es proporcionada por una bomba hidráulica accionada por un motor de combustión interna. Las máquinas curvadoras de tuberías de este tipo se dan a conocer en las patentes US nº 3.834.210; nº 3.851.519; y nº 5.092.150.

Tal como es habitual con las tuberías de gran diámetro, se consigue una curva en cada tubería mediante numerosas curvas reducidas, cada una distanciada de la otra a lo largo de la tubería. Por ejemplo, se pueden utilizar varias curvas incrementales de medio grado distanciadas a lo largo de una tubería para crear una curva general de varios grados. El operario de una máquina curvadora de tuberías controla totalmente el número de curvas incrementales que se tienen que hacer, la distancia entre dichas curvas incrementales, así como la extensión de cada curva incremental en la tubería. Los operarios con aptitud pueden controlar eficazmente una máquina curvadora de tuberías para que forme con precisión y de forma consistente unos curvas en las tuberías, a la vez que se minimiza las tuberías que quedan dañadas, que no se curvan lo suficiente, o que se curvan excesivamente. Aunque se pueden formar curvas consistentes, hasta cierto punto, se producen unas variaciones en función de la aptitud y del juicio del operario y de las diferencias entre operarios.

Tal como se describirá a continuación, conseguir de forma consistente unas curvas de tubería precisas, consistentes y sin daños, depende de la colocación adecuada de la tubería y los puntos de soporte o contacto (respaldo rígido y zapata elevadora) de la máquina curvadora de tuberías. Típicamente, se realiza la colocación del respaldo rígido y de la zapata elevadora mediante una combinación de pautas visuales, táctiles y/o de audio adquiridos por un operario con la experiencia. Por ejemplo, un operario con experiencia puede determinar cuando la zapata elevadora está colocada correctamente escuchando un cambio en el ruido del motor. Sin embargo, la falta de experiencia, el cansancio, las distracciones, y las consideraciones ambientales, pueden dar lugar a una colocación inadecuada del respaldo rígido y/o de la zapata elevadora, lo que contribuye a unas variaciones en las curvas de las tuberías o incluso, daños producidos en dichas tuberías. Por lo tanto, sería de desear proporcionar un sistema para ayudar al operario a colocar la zapata elevadora y el respaldo rígido.

El hecho de asegurar que la tubería y la zapata elevadora estén colocadas correctamente asimismo resulta engorroso. En primer lugar, se levanta el respaldo rígido para llevar la tubería justo al punto de contacto con las matrices curvadoras. Esto se denomina posición "de nivel" o "cero". A continuación se lleva la zapata elevadora hasta el extremo libre de la tubería. A continuación, el respaldo rígido se eleva o se pivota para curvar de forma incremental la tubería alrededor de la matriz curvadora. Finalmente, se bajan el respaldo rígido y la zapata elevadora. En el caso de necesitar más curvas, se desplaza la tubería axialmente hasta una nueva posición de curvado, el respaldo rígido y la zapata elevadora son conducidas hasta la posición de nivel, la zapata elevadora se eleva para soportar la tubería, y a continuación se levanta el respaldo rígido para curvar la tubería. Llevar el respaldo rígido y la tubería hasta la posición de nivel antes de llevar a cabo cada curva para que se pueda colocar correctamente la zapata elevadora, reduce el volumen de tuberías que puede pasar por la máquina curvadora de tuberías. Por lo tanto, sería de desear proporcionar un sistema que acelere el curvado de las tuberías reduciendo el tiempo que se necesita para colocar la tubería, el respaldo rígido y/o la zapata elevadora. Asimismo sería de desear eliminar la necesidad de llevar las tuberías a la posición de nivel antes de llevar a cabo cada curva.

Se puede apreciar de lo anterior que existe la necesidad de un sistema para ayudar al operario con aptitud a formar unas curvas incrementales con un alto grado de repetibilidad y precisión, y para mejorar la velocidad con la que se puede curvar las tuberías. Dado que a las máquinas curvadoras de tuberías existentes les falta un sistema de este tipo, existe además la necesidad de un sistema que se puede acoplar fácilmente *a posteriori* a las máquinas curvadoras de tuberías existentes.

## ES 2 350 294 T3

El documento EP 1086760 da a conocer una máquina curvadora de tuberías automática que emplea un sistema de retroalimentación y de control.

### Sumario de la invención

5 De acuerdo con unas formas de realización de la presente invención, se da a conocer un aparato curvador de tuberías que emplea un sistema de sensores e indicadores, y un procedimiento de funcionamiento del mismo, que superan los inconvenientes y los problemas de la técnica anterior. De acuerdo con la forma de realización preferida de la invención, se da a conocer un sistema de sensores e indicadores, que permite a un operario con aptitud colocar de forma rápida y consistente una tubería y curvarla.

10 De acuerdo con una forma de realización de la invención, uno o varios sensores están acoplados al respaldo rígido y/o a la zapata elevadora. Los sensores de posición están conectados a una pantalla o a los indicadores que proporcionan datos al operario sobre la posición de la zapata elevadora y el respaldo rígido. Unos sensores e indicadores adicionales pueden proporcionar datos sobre el desplazamiento axial de la tubería. Con la ayuda de la retroalimentación que proporcionan los sensores e indicadores, el operario con aptitud puede controlar el sistema de curvado de tuberías para realizar de forma rápida y consistente unas curvas precisas en las tuberías.

15 Otros aspectos particulares y preferidos de la presente invención se establecen en las reivindicaciones independientes y subordinadas. Unas características de las reivindicaciones subordinadas pueden combinarse con las características de las reivindicaciones independientes según su caso, y en combinaciones distintas a las que se indican explícitamente en las reivindicaciones.

### Breve descripción de los dibujos

25 La presente invención se describirá en mayor detalle, únicamente a título de ejemplo, haciendo referencia a unas formas de realización preferidas de la misma tal como se ilustra en los dibujos adjuntos, en los que:

30 las Figuras 1A a C representan unas vistas laterales de un sistema de curvado de tuberías típico, que ilustra el funcionamiento para formar una curva en una tuberías;

la Figura 2 representa esquemáticamente un sistema de sensor e indicador de acuerdo con los principios de la invención;

35 la Figura 3 representa el primer ejemplo de un sensor de posición;

la Figura 4 representa un primer ejemplo ilustrativo de un panel indicador;

40 la Figura 5 representa un segundo ejemplo de un sensor de posición; y

las Figuras 6A y 6B representan vistas de una forma de realización ilustrativa alternativa de un panel indicador de acuerdo con los principios de la presente invención.

### Descripción detallada de la invención

45 Las Figuras 1A a C ilustran una representación simplificada del curvador de tuberías 10 destinado a formar curvas en tuberías de gran diámetro, tal como las tuberías 12 que presentan preferiblemente diámetros comprendidos entre 22 y 36 pulgadas, así como otros diámetros de tubería. El curvador de tuberías 10 puede acomodar tuberías 12 de longitud estándar, que en el sector es aproximadamente de unos 40 pies. Las tuberías más largas o más cortas, así como las tuberías con diámetros mayores o menores pueden, evidentemente, ser procesados por el curvador de tuberías 10. En general, el curvador de tuberías 10 comprende una serie de componentes montados en el marco 11.

50 Los componentes primarios del curvador de tuberías 10 comprenden la matriz de curvado 14, el respaldo rígido 16 y la zapata elevadora 18. La matriz de curvado 14 presenta una superficie inferior en forma de sillín contra la que se obliga la tuberías 12 durante la operación de curvado. La matriz de curvado 14 está estacionaria con respecto al marco 11. Tal como se puede ver en las Figuras 1A a C, la matriz de curvado 14 coopera con la superficie superior de la tubería 12. Dicha tuberías 12 está soportada en su superficie inferior por el respaldo rígido 16 y la zapata elevadora 18.

60 Dicho respaldo rígido 16 abraza la tubería 12 y es móvil y puede pivotar alrededor de eje horizontal 13 para elevar un extremo de la tubería 12 con el fin de curvar la tuberías alrededor de la matriz de curvado 14. Unas pinzas hidráulicas sujetan los extremos de la tubería 12. La matriz de curvado 14 y el respaldo rígido 16 funcionan conjuntamente con un mandril interior de curvado de tuberías (no representado), que permite curvar la tubería 12 sin aplastar o deformar internamente de otro modo la naturaleza circular de dicha tubería 12 en la curva. Los mandriles interiores son bien conocidos en la técnica.

65 El cilindro hidráulico 17 eleva o baja un extremo del respaldo rígido 16. Levantar el respaldo rígido 16 obliga hacia arriba un extremo de la tubería 12. El extremo opuesto de la tubería 12 está soportado por una zapata elevadora 18,

## ES 2 350 294 T3

que es elevada o bajada por el cilindro hidráulico 19. Dicha zapata elevadora 18 es elevada para soportar la tubería 12 en una posición fija mientras que se curva la misma, y a continuación se baja para que se pueda desplazar la tubería axialmente hacia otra posición con el fin de formar otra curva incremental.

5 La Figura 1B ilustra el respaldo rígido 16 mientras que se está pivotando en el sentido de la flecha 21 para formar una curva en la tubería 12 alrededor de la superficie curvada de la matriz de curvado 14. En general, se curva cada tubería individualmente por un ángulo específico en una posición específica a lo largo de la tubería. Cada curva que se forma en la tubería 12 mediante el curvador de tuberías 10 está limitada a un determinado número de grados para evitar dañar dicha tubería 12. Los curvadores de tuberías típicas pueden, en general, formar curvas de un grado o menos durante una operación individual de curvado. Por lo tanto, en el caso de necesitar, en una tubería 12 específica, una curvatura mayor que la que resulta posible con una operación de curvado individual, la tubería 12 debe ser sometida a una cantidad de operaciones de curvado incremental, distanciadas la una de la otra por una distancia específica a lo largo de dicha tubería 12. Por ejemplo, con el fin de curvar una tubería por un total de cinco grados, se pueden utilizar una serie de cinco curvas incrementales de un grado, distanciadas aproximadamente 12 pulgadas la una de la otra. Se pueden utilizar el cabestrante 22 y el cable 24 para desplazar la tubería 12 en sentido axial haciendo cooperar el extremo de la tubería 12 con el gancho 26. Alternativamente, se puede desplazar la tubería 12 axialmente mediante un conjunto de rodillos de potencia tal como se describen en detalle en la patente US nº 5.092.150, a nombre de Cunningham.

20 La zapata elevadora 18 es de diseño convencional de tal modo que puede soportar la tubería 12 con independencia de la orientación de la misma. En la práctica, inicialmente la zapata elevadora 18 se fijará al extremo de la tubería, que en este momento es al nivel o horizontal por toda su longitud. Después de la primera curva incremental, los dos extremos de la tubería 12 ya no pueden estar en una posición al nivel o horizontal. En su lugar, el extremo de la tubería 12 en el que se encuentra el respaldo rígido siempre se mantiene en una posición a nivel, mientras que al extremo de la tubería 12 donde se encuentra la zapata elevadora, se le permite ser elevado encima de la posición de nivel. Esto se representa en la Figura 1C. Después de cada curva incremental, el extremo de la tubería 12 en el que se encuentra la zapata elevadora se eleva más alto para permitir que el extremo donde se encuentra el respaldo rígido mantenga su orientación a nivel. Por lo tanto, la zapata elevadora 18 presenta una estructura para poder agarrar el extremo respectivo de la tubería a cualquier elevación que puede adoptar, y mantener dicha elevación de forma precisa y firme durante la próxima operación de curva incremental.

Típicamente, el respaldo rígido 16 y la zapata elevadora 18 son colocadas por cilindros hidráulicos. Está prevista una estación de control desde la que un operario del curvador de tuberías 10 empieza y de otro modo controla una operación de curvado. Se proporcionan unos controles para aplicar selectivamente una presión hidráulica a los cilindros hidráulicos. Por ejemplo, puede que un control aplique presión hidráulica al cilindro hidráulico 17 para elevar o bajar el respaldo rígido 16. Cuando se eleva la tubería 12 a la posición de nivel, el operario puede buscar la posición de la tubería 12 con respecto a la matriz de curvado 14, y asimismo puede controlar la presión hidráulica. De modo similar, otro control aplica presión hidráulica al cilindro hidráulico 19 para levantar o bajar la zapata elevadora 18 a la tubería 12. Se utilizan unos controles adicionales para hacer funcionar otros componentes de la máquina curvadora de tuberías 10, tales como un cabestrante 22 y/o rodillos de potencia, en su caso. Los controles pueden ser hidráulicos o eléctricos.

45 Cuando se desplaza el respaldo rígido 16 o la zapata elevadora 18, la presión hidráulica que se necesita corresponde a la cantidad de resistencia al movimiento deseado. Cuando la zapata elevadora 18 está levantando la tubería 12 se necesita una presión hidráulica relativamente reducida. Sin embargo, cuando la tubería 12 entra en contacto con la matriz 14, la presión hidráulica en el cilindro empieza a incrementarse, cargando el motor. Basado en la experiencia, el operario dejar de desplazar la zapata elevadora 18 cuando se asegura un soporte para el extremo de la tubería. Por ejemplo, las posiciones apropiadas de la zapata elevadora pueden ser indicadas por un cambio en el sonido del motor que acciona la bomba hidráulica. Asimismo se puede utilizar la presión hidráulica o la elevación de una válvula de retorno para determinar la posición apropiada de la zapata elevadora.

50 Basando la posición del respaldo rígido y/o de la zapata elevadora en la experiencia es impreciso y propenso a error. Por lo tanto, de acuerdo con los principios de la presente invención, se prevén unos sensores e indicadores para detectar y visualizar directamente la posición de la tubería, de la zapata elevadora, y/o del respaldo rígido. Se pueden utilizar unos sensores e indicadores específicos para implementar la presente invención, en función de las necesidades funcionales.

60 Los componentes principales del sistema son ilustrados esquemáticamente en la Figura 2. Tal como se ilustra anteriormente, el respaldo rígido 16 y la zapata elevadora 18 están colocados mediante cilindros hidráulicos 17 y 19, respectivamente, bajo el control de un operario situado en el panel de control 25. Los sensores 28 y 30 están acoplados al respaldo rígido 16 y a la zapata elevadora 18, respectivamente, con el fin de obtener datos sobre la posición. El panel visualizador 29, que está acoplado a las salidas de los sensores 28 y 30, le proporciona al operario una indicación visual de las posiciones del respaldo rígido 16 y de la zapata elevadora 18.

65 En una primera forma de realización de la invención, las posiciones de la zapata elevadora y/o del respaldo rígido son detectadas por unos interruptores de límite y son visualizadas por unas luces indicadoras. Por ejemplo, uno o varios interruptores de límite puede estar montado en el marco 11 en la proximidad del respaldo rígido 16 y/o de la zapata elevadora 18, o sus cilindros de funcionamiento respectivos y estructuras relacionadas. Si es necesario, los interruptores de límite pueden estar montados en un soporte, una consola, u otro soporte rígido fijado a la máquina

## ES 2 350 294 T3

curvadora de tuberías 10. Los interruptores de límite están colocados de tal manera que se abren y se cierran cuando el respaldo rígido 16 o la zapata elevadora 18 se encuentran en unas posiciones predeterminadas.

Una disposición ilustrativa de los interruptores de límite se ilustra en la Figura 3, en la que los interruptores de límite 35 a 37 están fijados al soporte 32 en distintos puntos a lo largo del mismo. El soporte 32 está montado en la máquina curvadora 10 de tal modo que los interruptores de límite son lo suficiente cercanos a una parte del respaldo rígido 16 que uno o varios de dichos interruptores de límite se hacen funcionar mediante el respaldo rígido 16 a medida que se eleva o se baja. Tal como se ilustra en la Figura 3, cuando el respaldo rígido 16 se encuentra en la posición ilustrada en las líneas sólidas, el interruptor 35 ha sido accionado; mientras que los interruptores 36 y 37 son accionados cuando el respaldo rígido se encuentra en las posiciones 16' y 16'', ilustradas en las líneas a trazos. Preferiblemente, las posiciones de los interruptores de límite 35 a 37 son montadas con respecto al soporte 32 de tal manera que su posición a lo largo de dicho soporte 32 pueden ajustarse según se desea.

Los interruptores de límite están conectados a un dispositivo visualizador para indicar cuando el respaldo rígido y/o la zapata elevadora se encuentran en posiciones determinadas. El ejemplo de una visualización se ilustra en la Figura 4, en la que las luces indicadoras se utilizan para dar datos al operario sobre la posición del elemento controlado de la máquina 10. En una forma de realización de la invención, los interruptores de límite 35 a 37 encienden directamente las luces indicadoras correspondientes en un panel de visualización. Por ejemplo, cuando el respaldo rígido 16 se encuentra en la posición a nivel, el interruptor de límite 35 puede estar cerrado, lo que dar lugar a la iluminación de la luz indicadora 42. Unas luces indicadoras adicionales pueden indicar otras posiciones. Por ejemplo, el interruptor de límite 37 puede encender la luz indicadora 44 para indicar que el respaldo rígido 16 se encuentra a la altura deseada al final de una operación de curvado. Las luces indicadoras 46 a 49 pueden indicar que la zapata elevadora 18 se encuentra en las posiciones que corresponden a la realización de una primera, segunda o tercera curva. Preferiblemente, las posiciones de los interruptores de límite 35 a 37 a lo largo del soporte 32 se pueden ajustar de modo que las posiciones a indicar se pueden establecer en función del tamaño y/o del tipo de tubería que se está curvando.

El sistema de sensores e indicadores que se da a conocer anteriormente, se puede utilizar de la siguiente manera. Cuando se forma una primera curva en la tubería, el operario manipula los controles de la máquina 10 para colocar el respaldo rígido 16 y la zapata elevadora 18 de la forma convencional, es decir, controlando la presión hidráulica y otras pautas visuales, táctiles y de audio. En cada etapa, la posición de uno o varios de los interruptores de límite se ajusta para que el respaldo rígido 16 o la zapata elevadora 18 puedan ser devueltas a la misma posición según los indicadores. Por ejemplo, cuando la tubería se encuentra en la posición a nivel, el interruptor de límite conectado a la luz indicadora 42 se ajusta de modo que cuando el respaldo rígido 16 se está levantando hasta la posición a nivel en una curva posterior, la luz indicadora 42 se enciende cuando el respaldo rígido 16 alcanza la posición actual, por ejemplo, la posición a nivel. De modo similar, se pueden ajustar otros interruptores de límite para indicar la posición levantada máxima deseada del respaldo rígido 16 durante una curva, así como las posiciones deseadas de la zapata elevadora 18 antes de curvar la tubería, así como después de un número determinado de curvas. Por ejemplo, los interruptores de límite 35 a 37 pueden ajustarse de modo que el interruptor de límite 35 indique la posición deseada de la zapata elevadora 18 cuando la tubería está sin curvar, el interruptor de límite 36 indique la posición deseada cuando se realiza una segunda curva, y el interruptor 37 indique la posición deseada para realizar una tercera curva.

Los interruptores de límite y los indicadores de la Figura 3 son suficientes para indicar posiciones discretas del respaldo 16 y/o de la zapata elevadora 18. Sin embargo, ajustar los interruptores para acomodar distintas tuberías requiere desplazar físicamente los interruptores de límite, lo que puede resultar engorroso. En una forma de realización ilustrativa y alternativa de la presente invención, los interruptores de límite son sustituidos por un sensor de posición continuo o transductor. Por ejemplo, la extensión de movimiento de la zapata elevadora 18 puede ser controlada y de otro modo medida mediante el transductor de posición 52 de la Figura 5. De modo similar, la extensión de movimiento del respaldo rígido 16 puede ser controlada y de otro modo medida mediante un transductor de posición similar. En la forma de realización preferida de la invención, el transductor de posición 52 constituye un transductor de posición de la extensión del cable, tal como el que se identifica como el modelo P8510, que se puede obtener de Celesco de Canoga Park, California. Evidentemente, otros tipos de transductores de otras empresas también pueden ser adecuados para ser utilizados en la presente invención. Por ejemplo, se pueden utilizar sensores de posición ópticos, magnéticos, ultrasónicos, y/o eléctricos.

El cuerpo del transductor de posición 52 está fijado al marco u a otra parte de la máquina curvadora de tuberías 10. El cable 54, que se extiende desde el transductor de posición 52 comprende el extremo 56 apto para acoplarse al respaldo rígido 16. De forma consecuente, cuando se levanta o se baja el respaldo rígido 16 el cable o bien se extiende del o bien se retira dentro del cuerpo del transductor de posición 52. La extensión o la retirada del cable 54 se mide mediante el transductor de posición 52, y se proporciona una señal indicativa de la medida. Típicamente, la señal consiste en una señal análoga, pero asimismo puede ser de tipo digital. Tal como se puede apreciar, la posición del respaldo rígido 16 está relacionada directamente con la extensión de una curva formada en la tubería 12. Por lo tanto, la posición del respaldo rígido 16, tal como se mide mediante el transductor de posición 52, es una indicación del ángulo de la curva de la tubería. La señal del transductor de posición 52 está acoplada a un indicador, en el que la circuitería adecuada analiza la señal y proporciona una visualización de la posición del respaldo rígido.

En una forma de realización de la presente invención, el transductor de posición 52 proporciona señales análogas indicativas de las posiciones del respaldo rígido 16 y de la zapata elevadora 18. Por ejemplo, el transductor de posición 52 puede comprender un potenciómetro que proporciona una señal análoga de voltaje o corriente, relacionada con la

## ES 2 350 294 T3

extensión del cable 54. Se puede utilizar una circuitería adecuada de comparación para encender una luz indicadora cuando el voltaje de una señal análoga está comprendida en un intervalo predeterminado. La circuitería puede ser una circuitería análoga tal como uno o varios comparadores que detectan cuando la señal está comprendida en el intervalo predeterminado. Los valores umbrales de los comparadores pueden ser ajustables de modo que la máquina curvadora 5 10 se pueda utilizar para curvar tuberías que presentan características distintas de curvado.

De forma alternativa, la circuitería puede comprender un convertidor de análogo a digital para convertir la señal análoga en un valor digital. Un procesador programado apropiadamente puede comparar a continuación el valor digital con unos valores umbrales almacenados anteriormente. Una salida del procesador puede accionar a continuación una 10 visualización sobre la comparación. Por ejemplo, el procesador podría simplemente encender una luz indicadora, tales como las que se ilustran en la Figura 4, cuando determina que el valor digital convertido se encuentra en un intervalo predeterminado de valores.

En lugar de una señal análoga, el transductor de posición 52 puede proporcionar una señal digital relacionada con 15 la extensión del cable 54. El transductor puede indicar la extensión del cable dando salida directamente a un valor digital indicativo de la cantidad de extensión del cable. O, el transductor puede ser un codificador que da salida a impulsos indicativos del movimiento del cable 54. La salida del transductor puede ser transmitida por una conexión alámbrica o inalámbrica hasta un microprocesador, que está programado para interpretar la señal digital y accionar un visualizador. Preferiblemente, el procesador está programado para permitir cambiar fácilmente varios puntos es- 20 tablecidos e indicadores que utiliza la programa informática del procesador para poder acomodar diferentes tuberías. Un procesador general, tal como un controlador lógico programable, serie SLC500, que se puede obtener de Allen-Bradley, de Milwaukee, Wisconsin, es apropiado para ser utilizado en la presente invención.

El visualizador puede comprender unas luces indicadoras sencillas, tales como las que se ilustran en la Figura 4, 25 o puede comprender una pantalla de vídeo, tal como un CRT, LCD u otro tipo de visualizador. Un ejemplo de un visualizador ilustrativo se puede apreciar en las Figuras 6A y 6B, en las que el panel de visualización 60 comprende un visualizador de LCD con una pantalla táctil de acuerdo con una forma de realización preferida de la presente invención. Durante el funcionamiento, las señales de los sensores de posición 28 y 30 de la Figura 2, son recibidas por el procesador y son visualizadas sobre un panel de visualización. En la Figura 6, las posiciones del respaldo 30 rígido 16 y de la zapata elevadora 18 son indicadas en calibres virtuales 62 y 64 como un por ciento del intervalo completo. Por ejemplo, los calibres virtuales 62 y 64 ilustran, respectivamente, que el respaldo rígido 16 se encuentra aproximadamente al 38% y la zapata elevadora 18 se encuentra aproximadamente al 59% del intervalo completo. Además, distintas posiciones objetivas son indicadas por agujas 65a-b y 67a-d.

Mientras se hace funcionar la máquina curvadora 10, las indicaciones indicadas en los calibres virtuales 62 y 64 35 se cambian mientras se levantan y se bajan el respaldo rígido 16 y/o la zapata elevadora 18. Las agujas 65a-b y 67a-d indican unas posiciones específicas de estos componentes de las máquinas curvadoras. Por ejemplo, las agujas 65a y 67a pueden corresponder a la posición de nivel o cero del respaldo rígido 16 y de la zapata elevadora 18; mientras que, la aguja 65b indica la posición máxima de curvatura del 37 y las agujas 67b-d indican las posiciones de la zapata 40 elevadora 18 para la curva segunda, tercera y cuarta. Las agujas se establecen cuando se realizan las curvas en una primera tubería. A continuación se puede fiar de las agujas mientras que se curvan las tuberías posteriores.

En primer lugar, la tubería 12 se introduce horizontalmente a través de la zapata elevadora 18 hasta que el extremo anterior de la tubería se apoya completamente sobre el respaldo rígido 16. A continuación se lleva el mandril interior 45 hasta el interior de la tubería hasta su registración con respecto a la matriz de curvado 14 de la manera descrita en la patente n° US 5.651.638 a nombre de Heggerud, cuya exposición se incorpora a la presente como referencia. Se levanta el respaldo rígido 16 hasta que la tubería 12 se encuentra a nivel y toca ligeramente el punto más inferior de la superficie inferior de la matriz de curvado 14. Cuando se encuentra en esta posición, el operario accede a la pantalla de preparación tocando el panel de visualización 60 en la zona del botón de preparación 68, ilustrado en la Figura 6A. 50 Una pantalla de preparación ilustrativa se puede apreciar en la Figura 6B.

A medida que el operario procede a realizar las etapas de curvar la primera tubería, las distintas agujas son esta- 55 blecidas tocando el botón correspondiente de la pantalla de preparación. Por ejemplo, cuando el respaldo rígido 16 se encuentra en la posición cero o a nivel, el operario toca el botón STIFFBACK LEVEL (nivel de respaldo rígido) 70, lo que da lugar al almacenamiento por parte del procesador de una indicación de la posición actual del respaldo rígido tal como se determina mediante el sensor de posición 28 de la Figura 2, y el ajuste de la visualización de la aguja 65a de forma consecuente. De modo similar, cuando el respaldo rígido 16 se levanta a la posición de curvado máxima, el operario toca el botón STIFFBACK BEND (curvado del respaldo rígido) 72 y el procesador almacena los datos sobre la posición y actualiza la aguja 65b. Las agujas 67a-d se establecen de forma similar posicionando la zapata elevadora 60 18 y tocando el botón correspondiente. Una vez establecidos todos los puntos de preparación y las agujas, tocando el botón MAIN (principal) 80, devuelve la visualización a la pantalla funcional de la Figura 6A.

Por lo tanto, un operario establece los puntos de preparación elevando el respaldo rígido 16 hasta la posición de nivel y apretando el botón STIFFBACK LEVEL (nivel de respaldo rígido) 70. A continuación el operario levanta la 65 zapata elevadora 18 para su cooperación con la tubería 12. Esto constituye la posición inicial de la zapata elevadora 18 para empezar la primera curva incremental de la tubería 12. La posición de la zapata elevadora se entra en el procesador haciendo funcionar el botón PIN-UP LEVEL (nivel de zapata) 74.

## ES 2 350 294 T3

La extensión máxima por la que se curvará una tubería constituye “un punto fijado de curvatura máxima”, que se refiere a la posición levantada máxima del respaldo rígido 16 al formar una curvatura en la tubería, incluyendo cualquier movimiento repentino hacia atrás de la tubería. Esto asimismo puede ser la posición máxima que se desplaza el cilindro del respaldo rígido. Cualquier intento de curvar la tubería 12 más allá del punto fijado de curvatura máxima puede resultar en dañar la tubería.

Se curva la tubería 12 elevando el respaldo rígido 16 hacia arriba hasta que la tubería 12 “llena” la superficie inferior cóncava de la matriz de curvado 14, es decir, hasta que la tubería 12 está en contacto con la superficie de la matriz desde la parte central de dicha matriz de curvado 14 hasta el borde anterior de la misma, y hasta que se ha curvado la tubería por el ángulo de curvatura deseado, teniendo en cuenta cualquier movimiento repentino hacia atrás. Tal como ocurre con la posición a nivel del respaldo rígido 16, esta posición del respaldo rígido puede entrarse en el procesador apretando el botón STIFFBACK BEND 72 en la pantalla de preparación. A continuación, se bajan la zapata elevadora 18 y el respaldo rígido 16. Se retira el mandril y se desplaza la tubería 12 axialmente para prepararse para la próxima curva incremental.

En una forma de realización más preferida de la presente invención, la máquina curvadora de tuberías 10 comprende además un sensor para determinar el desplazamiento axial de la tubería 12 tal como cuando la tubería 12 se coloca para una curva incremental segunda o tercera. A continuación puede que el panel de visualización indique cuando la tubería 12 ha sido retirada por una distancia específica. Por ejemplo, el panel de visualización 60 puede comprender una luz indicadora que se enciende cuando la tubería 12 ha sido desplazada axialmente por una distancia de 12 pulgadas con respecto a la curva anterior. Como alternativa, se puede mantener una indicación continua del desplazamiento axial total de la tubería 12. Un ejemplo de un sensor para el desplazamiento axial de la tubería 12 se da a conocer en la patente US nº 6.253.595 a nombre de Donald Lewis.

Debería tenerse en cuenta que la primera vez que se realiza una determinada curva incremental en una serie de curvas, la posición correspondiente de la zapata elevadora se graba en el procesador mediante un botón adecuado en la pantalla de preparación. Por ejemplo, en la Figura 6B están previstos unos botones para almacenar la posición de la zapata elevadora después de realizar una, dos o tres curvas incrementales. Cuando se curvan unas tuberías posteriores del mismo tamaño y con las mismas características, se pueden utilizar los valores almacenados durante la preparación.

De acuerdo con los principios de la presente invención, una vez establecidas las posiciones del respaldo rígido 16 y/o de la zapata elevadora 18, por ejemplo, ajustando los interruptores de límite o almacenando las señales de posición de los transductores de posición, ya no resulta necesario llevar una tubería a la posición a nivel o cero antes de formar una curva en dicha tubería. Es decir, después de cargar una tubería en la máquina curvadora de tuberías 10, la zapata elevadora 18 se levanta a una posición del mismo establecida anteriormente. A continuación se levanta el respaldo rígido 16 a una posición del mismo establecido anteriormente. Esto elimina la etapa de nivelación, reduciendo así el tiempo que se necesita para formar una curva en una tubería.

A partir de lo expuesto anteriormente, un sistema de sensores e indicadores se da a conocer que proporciona al operario unos datos retroalimentados sobre el funcionamiento de una máquina curvadora de tuberías y de este modo permite al operario realizar unas curvas sumamente precisas en la tubería de forma repetida. Aunque se han dado a conocer las formas de realización del procedimiento y del aparato haciendo referencia a un sistema de curvado de tuberías específico, debe entenderse que se pueden introducir numerosos cambios de detalles debido a las selecciones de ingeniería y de programas informáticos, sin apartarse del alcance de la invención, tal como se define en las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, en lugar de utilizar una pantalla táctil para una interfaz con el operario, tal como se ilustra en las Figuras 6A y 6B, se pueden utilizar una pantalla y botones separados. De hecho, es posible que los expertos en la materia prefieran materializar el aparato de otras formas, y a la luz de la presente descripción se observará que dicha selección puede ponerse en práctica fácilmente. Asimismo, no es necesario adoptar todas las distintas ventajas y características de la presente exposición en un sistema de curvado de tuberías compuesto e individual con el fin de realizar las ventajas individuales. Por lo tanto, dichas características se encuentran definidas individualmente en las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Aparato curvador de tuberías, que comprende:

5 una matriz de curvado (14);

un elemento de soporte (18) yuxtapuesto en la proximidad de un primer extremo de la matriz de curvado y que se puede desplazar con respecto a dicha matriz de curvado para soportar una parte de una tubería;

10 un primer sensor (30);

un elemento de curvado (16) yuxtapuesto en la proximidad de un segundo extremo de la matriz de curvado y que se puede desplazar con respecto a dicha matriz de curvado para curvar una tubería alrededor de la matriz de curvado;

15 un segundo sensor de posición (28) para detectar la posición de dicho elemento de curvado;

20 un indicador (29) acoplado a los primeros y segundos sensores para proporcionar a un operario una indicación de las posiciones del elemento de soporte y/o del elemento de curvado, **caracterizado** porque el primer sensor (30) es un primer sensor de posición (30) para detectar la posición de dicho elemento de soporte móvil.

2. Aparato curvador de tuberías según la reivindicación 1, en el que por lo menos uno de los primeros y segundos sensores comprende una pluralidad de interruptores de límite (35, 36, 37) configurados, de tal modo que unos predeterminados de la pluralidad de interruptores de límite sean accionados cuando el elemento que se está detectando se encuentra en unas posiciones predeterminadas.

3. Aparato curvador de tuberías según la reivindicación 2, en el que el indicador comprende una pluralidad de indicadores visuales que son accionados en respuesta a la activación de uno de entre la pluralidad de interruptores de límite.

4. Aparato curvador de tuberías según la reivindicación 1, en el que uno de los primeros y segundos sensores comprende un transductor que proporciona unas señales de posición indicativas de la posición del correspondiente entre el elemento de soporte y el elemento de curvado.

5. Aparato curvador de tuberías según la reivindicación 4, en el que el indicador comprende una pluralidad de indicadores visuales que son accionados en respuesta a las señales de posición.

6. Aparato curvador de tuberías según la reivindicación 5, que comprende además un procesador programado acoplado a un dispositivo visualizador, en el que la pluralidad de indicadores visuales comprende unas partes del dispositivo visualizador que son visualizadas por el procesador programado en respuesta a las señales de posición.

7. Aparato curvador de tuberías según la reivindicación 1,

45 en el que dicho elemento de soporte comprende una zapata elevadora para fijar la tubería; y

en el que dicho elemento de curvado comprende un respaldo rígido para soportar la tubería, siendo móvil dicho respaldo rígido con respecto a dicha zapata elevadora para desplazar una parte de dicha tubería y formar una curva en la misma.

8. Aparato curvador de tuberías según la reivindicación 2, en el que las posiciones de la pluralidad de interruptores de límite son ajustables, de tal modo que puedan cambiarse las posiciones predeterminadas.

9. Aparato curvador de tuberías según la reivindicación 3, en el que la pluralidad de indicadores visuales comprenden unas luces que son excitadas selectivamente en respuesta a unos correspondientes de los interruptores de límite.

10. Aparato curvador de tuberías según la reivindicación 9, en el que las luces son LED.

11. Aparato curvador de tuberías según la reivindicación 7, en el que los primeros y segundos sensores comprenden unos primeros y segundos transductores que proporcionan señales indicativas de la posición del respaldo rígido y de la zapata elevadora, respectivamente.

12. Aparato curvador de tuberías según la reivindicación 11, en el que las señales son señales análogas.

13. Aparato curvador de tuberías según la reivindicación 12, que comprende además una circuitería para comparar la señal análoga con un umbral predeterminado.

## ES 2 350 294 T3

14. Aparato curvador de tuberías según la reivindicación 13, en el que el indicador comprende una pluralidad de indicadores visuales que son accionados en respuesta a la comparación de la señal análoga al umbral predeterminado.

5 15. Aparato curvador de tuberías según la reivindicación 13, que comprende además una circuitería para indicar una posición del respaldo rígido o de la zapata elevadora en respuesta a la comparación de la señal análoga al umbral predeterminado.

10 16. Aparato curvador de tuberías según la reivindicación 13, en el que la circuitería para comparar y la circuitería para indicar comprende un procesador programado acoplado a un dispositivo de visualización.

15 17. Procedimiento para hacer funcionar un aparato curvador de tuberías que comprende una matriz de curvado (14); un elemento de soporte (18) yuxtapuesto en la proximidad de un primer extremo de la matriz de curvado y que es móvil con respecto a dicha matriz de curvado para soportar una parte de una tubería, y un elemento de curvado (16) yuxtapuesto en la proximidad de un segundo extremo de la matriz de curvado y que es móvil con respecto a dicha matriz de curvado para curvar una tubería alrededor de la matriz de curvado, comprendiendo el procedimiento:

cargar una primera tubería en el aparato para que una parte de la primera tubería está dispuesta en la proximidad de la matriz de curvado;

20 desplazar el elemento de soporte a una primera posición con el fin de soportar la primera tubería en la proximidad del primer extremo de la matriz de curvado;

establecer la primera posición como una primera posición predeterminada;

25 desplazar el elemento de curvado hasta una segunda posición con el fin de obligar a la primera tubería a curvarse alrededor de una parte de la matriz de curvado;

30 establecer la segunda posición como una segunda posición predeterminada utilizando un segundo sensor de posición (28) que detecta la posición de dicho elemento de curvado; **caracterizado** porque la primera posición se establece como una primera posición predeterminada utilizando un primer sensor de posición (30) que detecta la posición de dicho elemento de soporte.

18. Procedimiento según la reivindicación 17, que comprende además:

35 retirar la primera tubería de la máquina;

cargar una segunda tubería en el aparato para que una parte de la segunda tubería está dispuesta en la proximidad de la matriz de curvado;

40 desplazar el elemento de soporte hasta la primera posición predeterminada; y

desplazar el elemento de curvado hasta la segunda posición predeterminada, para que se forme una curva en la segunda tubería sustancialmente de la misma manera que en la primera tubería.

45

50

55

60

65

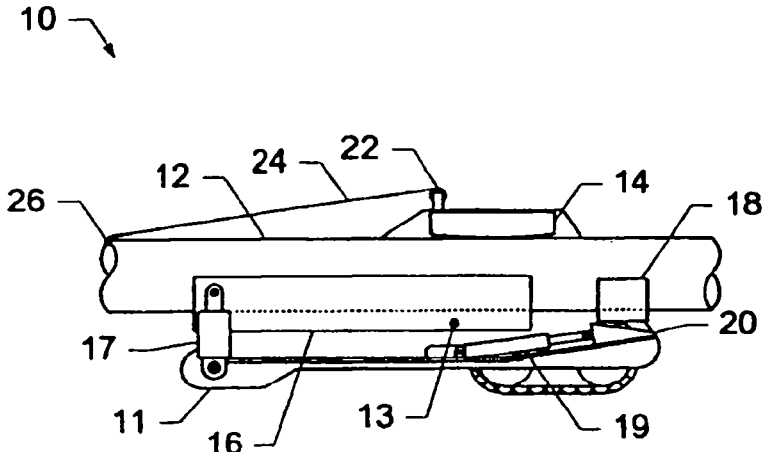


Fig. 1A

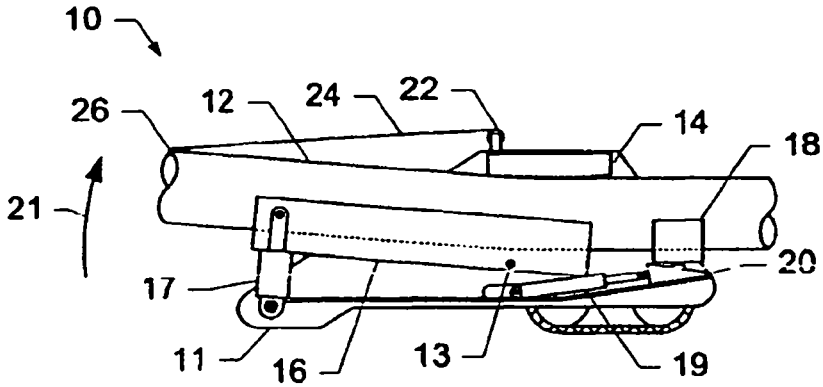


Fig. 1B

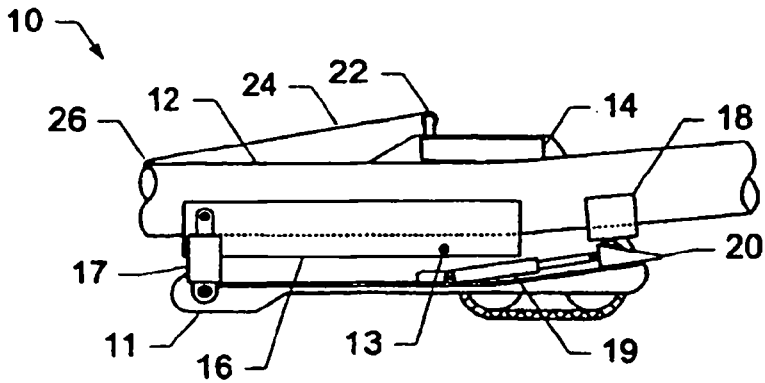


Fig. 1C

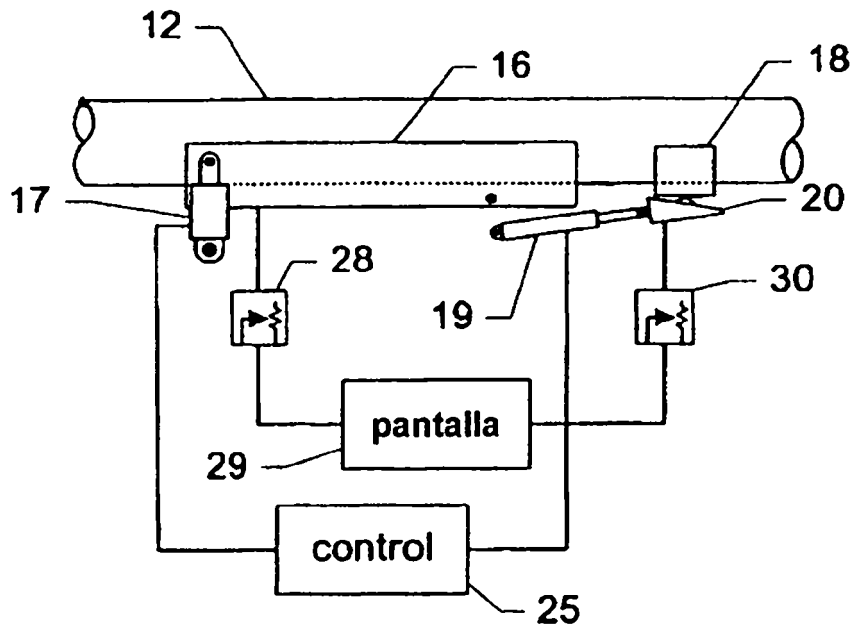


Fig. 2

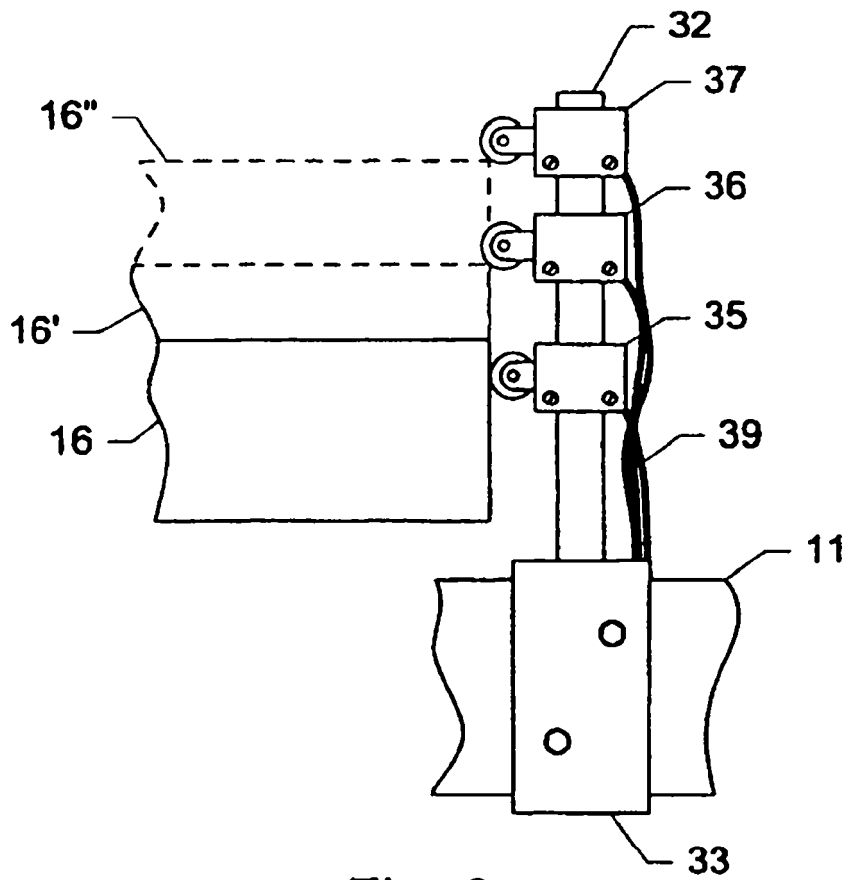


Fig. 3

40

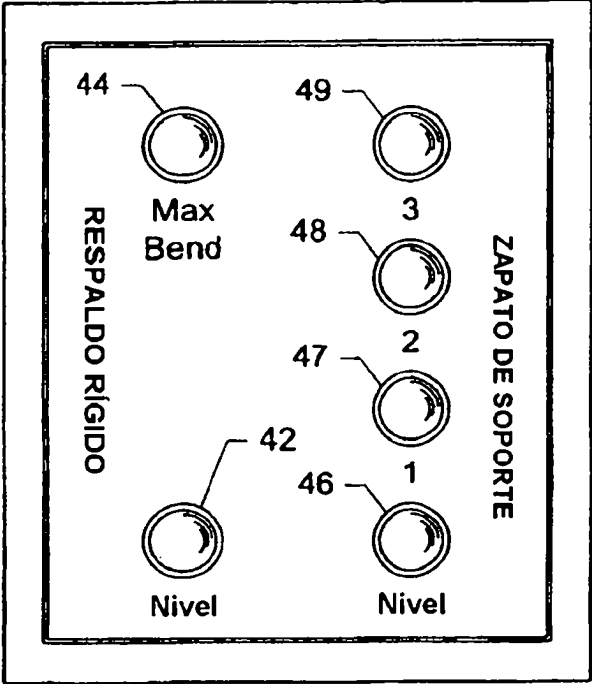


Fig. 4

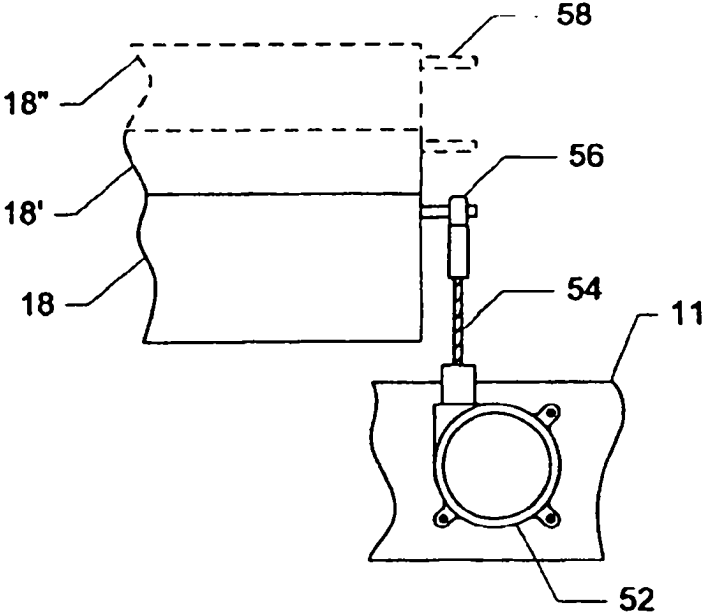


Fig. 5

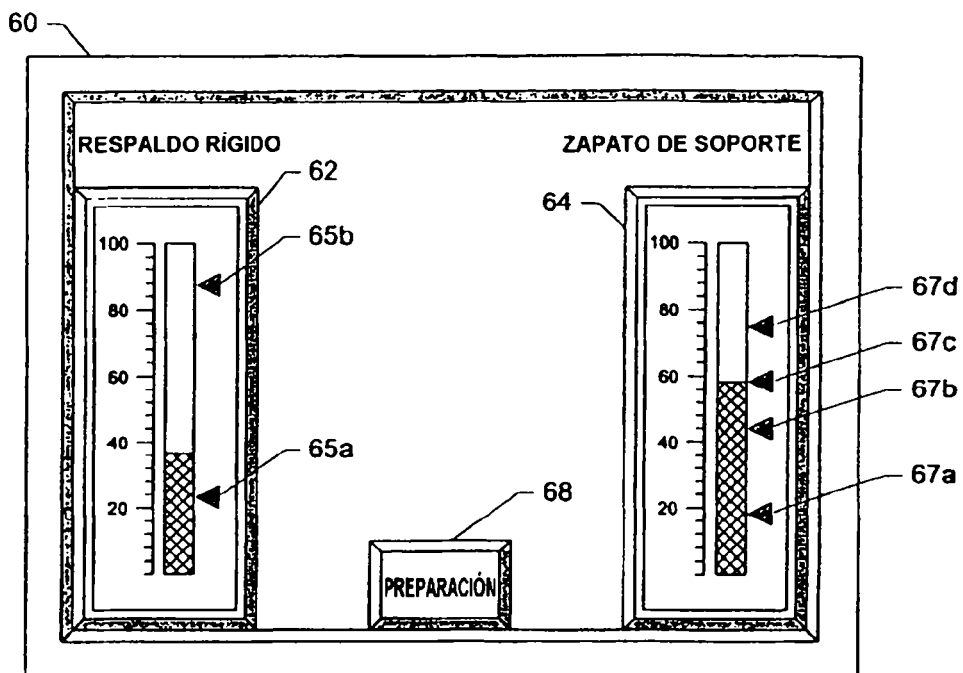


Fig. 6A

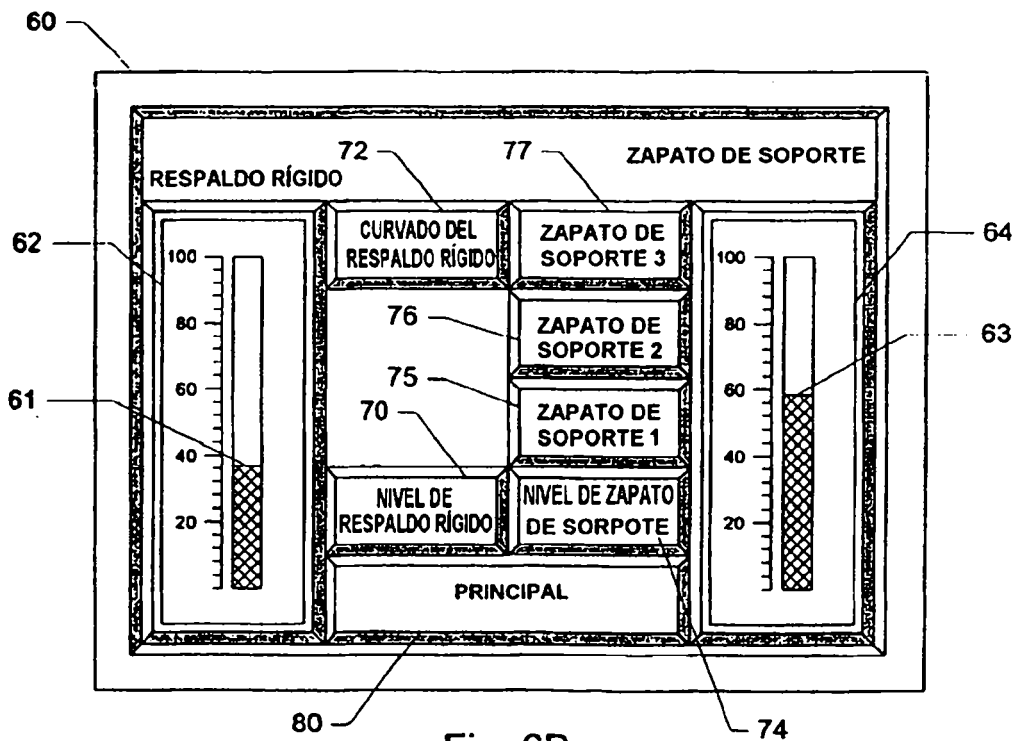


Fig. 6B