



ESPAÑA

⑩ ES	NUMERO	⑩ A 1
	436.559	
	FECHA DE PRESENTACION	

PATENTE DE INVENCION

⑨① PRIORIDADES:	⑨② FECHA	⑨③ PAIS
⑨① NUMERO 21279 A/74	11 de Abril de 1.974	Italia
21222 A/75	13 de Marzo de 1.975	id.

④⑦ FECHA DE PUBLICIDAD	⑤① CLASIFICACION INTERNACIONAL B23K, F16L	⑤② PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
------------------------	--	--------------------------------------

④④ TITULO DE LA INVENCION

Perfeccionamientos en aparatos para la soldadura con rayo laser de una tuberia.

⑦① SOLICITANTE (S)

SAIPEM S.p.A., sociedad anónima italiana y BOC LIMITED, entidad británica.

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

residentes en MILAN (ITALIA), Corso Venezia, 16 y en LONDRES (Inglaterra) Hammersmith House W6 9DX.

⑦② INVENTOR (ES)

Ottavio Bove, Galeazzo Grossi y David William Kirkles.

⑦③ TITULAR (ES)

⑦④ REPRESENTANTE

D. Jaime Gomez-Acebo y Modet.

POOR
QUALITY

La presente invención se refiere a un aparato para poder unir en sucesión por soldadura tramos de tubo de gran diámetro de acero al carbono, para formar una tubería.

5. La tubería puede estar destinada a utilizarse bajo el agua, o se puede utilizar para transportar aceite u otro líquido sobre tierra. En el primero de los casos, el aparato soldador se monta sobre una barcaza o nave marina similar, mientras que en el último caso se puede montar en una plataforma con ruedas de transporte terrestre.

10. El aparato soldador del presente invento es particularmente idóneo para ir montado en barcazas para el tendido de tuberías, puesto que no solamente reduce en grado considerable el tiempo necesario para tender una tubería sobre el fondo del mar, sino que además permite utilizar una cubierta en una barcaza para el tendido de tuberías más corta que lo normal, por la razón de que solo se necesita una sección de soldadura, o, como variante, se pueden unir por soldadura tramos de tubos más largos que en la actualidad.

15. En general se sabe que el ensamblaje por soldadura de piezas prefabricadas, como son los tramos de tubos, se tiene que realizar con precisión y con una deformación mínima de las piezas que se sueldan si se desean preservar o evitar el deterioro, de las piezas soldadas, con el fin de reducir al mínimo la necesidad de operaciones de acabado y, por consiguiente, hacer que el ciclo de trabajo resulte más económico. Asimismo es necesario, especialmente en aquellos casos en que se tiende a tender una tubería soldada mediante una barcaza sobre el fondo del mar, que la operación de soldadura se realice con la mayor rapidez posible, con el fin de reducir al mínimo el tiempo de inactividad y experimentar el mínimo posible de demora a causa de con

20.

25.

30.

diciones meteorológicas adversas.

- Los aparatos utilizados actualmente para soldar tuberías de acero al carbono emplean soldadura de arco o soldadura por forja y exigen material de relleno para la soldadura. Por consiguiente, tienen inconvenientes de operación o de economía. Lo que es aún más importante, la soldadura de arco o por forja hace que la isoterma del punto de fusión se extienda a través del acero al carbono de los tramos de tubos en todas direcciones, con la consiguiente pérdida de calor, deformación del tramo y modificación de su estructura micrográfica. Estas modificaciones estructurales se producen por el empleo necesario de un material de relleno para soldadura que siempre experimenta un ciclo térmico de diferente al de la pieza que se suelda. Además, la soldadura, cuando se emplea un material de relleno para soldadura, exige siempre varias pasadas y dá lugar a un mayor tiempo de trabajo para completar una soldadura. Por lo tanto, en el caso particular de una tubería que se ha de instalar sobre el fondo del mar mediante una barcaza, a bordo de la cual se sueldan secciones de tubos sucesivas (tramos) a la tubería, el hecho de que la soldadura se tenga que realizar en diversas pasadas significa que el trabajo se tenga que realizar en varias secciones de soldadura, en cada una de las cuales se hace una pasada de soldadura; por consiguiente, solamente se pueden emplear tramos de tubos cortos porque la cubierta de las barcasas donde se efectúa la soldadura tiene una longitud necesariamente limitada.
- El presente invento pretende eliminar los inconvenientes mencionados y, por consiguiente, proporciona un aparato soldador con el que se puede obtener una soldadura uniforme y reducir prácticamente el tiempo necesario para soldar entre sí tubos de acero al carbono, en particular para tuberías que se
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

han de tender sobre el lecho o fondo del mar mediante una barea
za de tendido de tubería.

5. Estas ventajas se consiguen empleando como agente soldador un rayo laser procedente de una fuente de laser que tiene una potencia suficiente para soldar entre si tubos de acero al carbono que tienen un límite elástico elevado y considerable espesor.

10. Por consiguiente, el presente invento proporciona un aparato soldador que se reivindica en las reivindicaciones adjuntas.

15. Empleando un rayo laser como agente soldador, se puede eliminar el empleo de material de relleno de soldadura, y los extremos de los tubos unidos a tope se pueden soldar entre si en una sola pasada, por lo que el número de secciones de soldadura necesarias para empalmar entre sí tramos de tubos se puede reducir a una sola solamente. Además, la operación de soldadura resulta más económica, puesto que la cantidad de calor necesaria no se dispersa si no que se concentra en una zona muy reducida próxima a los extremos de los tubos que se sueldan, por lo que prácticamente no se produce deformación de los tubos.

20. Además, el empleo de espejos móviles en el trayecto del rayo laser permiten la manipulación y dirección del rayo en la unión que se desea soldar, manteniendo la fuente de laser, en cierto modo pesada y molesta, estática en una posición conveniente. Finalmente, el aparato del presente invento realiza la soldadura de tuberías de gran diámetro de una manera más rápida, más sencilla, más precisa y más económica que los aparatos conocidos, produciendo una soldadura de mejor calidad y mayor uniformidad.

25. El presente invento permite también soldar un tramo de tubo a una tubería desde el interior así como desde el exte
30.

rior del tramo; en el primer caso, el rayo laser se dirige en línea recta a lo largo del eje geométrico del tramo del tubo, mientras que en el segundo caso se dirige a lo largo de un trayecto en ángulo por lo que pasa sobre el tramo de tubo y alcanza los extremos subidos a tope desde el exterior.

5. A continuación se describe el invento con más detalle, tomando como referencia los dibujos adjuntos, que ilustran modos diferentes de emplear el aparato soldador del presente invento, en la práctica.

10. Los dibujos ilustran el invento solamente a título de ejemplo, pero no de limitación. En los dibujos adjuntos.

La figura 1, es una vista esquemática de una barcaza para el tendido de tuberías que lleva el aparato soldador del presente invento.

15. La figura 2, es una vista de costado de una forma de aparato soldador del presente invento.

La figura 3, es una vista en sección transversal de una segunda forma de aparato soldador del presente invento.

20. La figura 4, es una vista tomada a lo largo de la línea de corte IV-IV de la figura 3.

La figura 5, es una vista de una tercera forma de aparato soldador del presente invento en sección transversal.

La figura 6, es una vista tomada a lo largo de la línea de corte VI-VI de la figura 5.

25. La figura 7, es una vista esquemática de otra forma de aparato soldador del presente invento.

La figura 8, es una vista, parcialmente en sección y parcialmente en alzado, de una abrazadera interna para los dos extremos de los tubos que se desean soldar.

30. La figura 9 es una vista tomada a lo largo de la línea

IX-IX de la figura 8.

La figura 10, es una vista de costado de una forma de abrazadera externa para sujetar los extremos de los dos tubos que se desean soldar.

5. La figura 11 es una vista tomada a lo largo de la línea XI-XI de la figura 10.

La figura 12 es una vista de otra forma de aparato soldador del presente invento.

10. La figura 13, es una vista en sección transversal de otra forma de aparato soldador del presente invento;

La figura 14, es una vista tomada a lo largo de la línea de corte XIV-XIV de la figura 13.

15. Cuando el aparato soldador del presente invento se utiliza para soldar una tubería destinada a instalarse sobre el fondo del mar, la operación de soldadura se lleva a cabo en una nave marina conocida como barcaza 2. Este tipo de nave no tiene sus propios medios de propulsión, sino que está provista de un número relativamente grande de chigres 4 cada uno de los cuales se une a un anclaje (no ilustrado). Los anclajes están instalados de proa a popa de la barcaza a lo largo del trayecto que ha de surgir la tubería. La barcaza se mueve a lo largo de éste trayecto durante la operación de tendido de la tubería por tracción ejercida en las cadenas que llevan hasta los anclajes delanteros y permitiendo que las cadenas se dirijan hasta los anclajes traseros para la operación de largar. Las tensiones en las diferentes cadenas se ajustan de modo que la posición de la barcaza, en cualquier instante, se controle con precisión y se sepa con precisión. Para mayor claridad se han omitido de los dibujos los motores que mueven los chigres, sus mandos y los inmovilizadores de las cadenas de anclaje.

20.

25.

30.

Desde la barcaza 2 se dirige hacia atrás y hacia abajo una prolongación 6 conocida como aguijón. Este dispositivo está destinado a sostener la tubería 8 que sale de la barcaza de modo que la tubería se vea obligada a moverse en un trayecto de configuración elegida. De éste modo se evita que la tubería se deteriore doblando con un pequeño radio de curvatura. Los soportes 10 que salen del aguijón están destinados a moverse con relación a la tubería de modo que, a medida que se larga la tubería desde la popa de la barcaza durante el proceso de soldadura, el peso de la tubería se sostenga en varios lugares ampliamente separados, para evitar esfuerzos excesivos localizados en la tubería.

El aparato soldador del presente invento está destinado principalmente a montarse en el interior de la barcaza sobre una plataforma 12, la cual se monta sobre carriles 14, de modo que la plataforma se pueda desplazar en la dirección longitudinal de la barcaza. La finalidad de éste dispositivo es evitar que el movimiento de la barcaza inducido por el mar se transmita al aparato soldador y perturbe su ajuste. Con éste fin, las piezas críticas del aparato soldador se sujetan a la plataforma, y la plataforma, a su vez, se sujeta al extremo de la tubería a bordo de modo que el aparato soldador quede fijo con relación a la tubería y no con relación a la barcaza 2.

La plataforma 2 lleva un laser 16, un cabezal 18, un dispositivo 20 en la sección de soldadura, una mordaza 22 y un detector de grietas radiográfico 24. Normalmente se asocia con el aparato soldador, pero no se monta necesariamente sobre la plataforma 12, una planta 26 para recubrir la tubería después de la soldadura con vitumen y/u otros materiales protectores.

El laser 16 debe tener una potencia suficiente para efectuar la soldadura por fusión hasta una profundidad adecuada de

un material como es el acero al carbono. Un laser particularmente idóneo para esta finalidad es aquel que tiene una salida de radiación coherente en la región infrarroja del espectro, y es un laser que emplea dióxido de carbono como medio laserico. Para esta

5. operación, el laser 16 se tiene que alimentar con energía eléctrica, con diversos gases (incluyendo dióxido de carbono) y con agua refrigerantes. Las fuentes de éstos elementos, y los medios por los cuales se alimentan al laser según sea necesario, se han omitido de los dibujos para mayor claridad.

10. El cabezal 18 está destinado a sostener el extremo del tramo del tubo 28 que ha de formar el extremo exterior de la tubería 8 formada por la serie previamente soldada y alineada de tramos de tubos. Otros detalles adicionales de la construcción del cabezal se ilustra en otras figuras de los dibujos y se

15. describirán más adelante.

El dispositivo 20 en la sección de soldadura comprende medios para sostener el extremo interior del tramo de tubo 28 de modo que quede coaxial con el extremo adyacente de la tubería 8. De un modo similar al cabezal 18, otros detalles del dispositivo 20 se expondrán más adelante en la descripción y en otros

20. dibujos.

La abrazadera 22 se desplaza con la plataforma 12 y está destinada a sujetarse firmemente a la superficie externa de la tubería soldada, de modo que la plataforma 12 se vea obligada a seguir los movimientos de la tubería a lo largo de su

25. eje geométrico con relación a la barcaza. El movimiento lateral de la barcaza y la tubería no afectan al trabajo correcto del aparato soldador del presente invento, por lo que dichos movimientos se pueden permitir. En tanto que el extremo amordazado de

30. la tubería se vea obligado a moverse en sentido lateral al eje

de la tubería con el movimiento de la barcaza, la plataforma 12 queda fija de hecho con relación al extremo de la tubería. De éste modo se tiene la seguridad de que, una vez que se ha ajustado el aparato soldador, su trabajo ulterior no se ve afectado por los movimientos normales inducidos por el mar en la barcaza 2.

5.

El aparato radiográfico 24 se monta en la plataforma 12 de modo que cualquier fisura u otro defecto en la soldadura permanezca fijo con relación al aparato y, por lo tanto, más fácilmente detectable que si se permitiera el movimiento relativo a pesar del movimiento de la barcaza 2.

10.

El aparato ilustrado en la figura está destinado a utilizarse para efectuar soldaduras interna o externas con el fin de soldar entre si dos extremos unidos a tope del tramo de tubo 28 y la tubería 8. Con éste fin, el cabezal 18 comprende un estado 30 montado sobre carriles 32 en la plataforma 12. Los carriles son prácticamente paralelos al eje geométrico de la tubería 8. La posición del soporte 30 con relación a la plataforma 12, y por lo tanto con respecto a la tubería, se controla por un cilindro hidráulico de doble acción 34 conectado a un dispositivo de control 36. La fuente de fluido a presión para el cilindro 34 se ha omitido de los dibujos por razones de claridad.

15.

20.

El soporte 30 lleva un brazo rotatorio 38 y un dispositivo centrador estacionario 40. En su extremo exterior, el brazo 38 lleva un espejo azogado frontal 42, y en su extremo interior, donde intersecta el eje de la tubería 8, un espejo azogado frontal 44. La posición del espejo 44 se controla por un cilindro hidráulico 46 que se indica tan solo esquemáticamente. El cilindro 46 puede mover el espejo 44 en el grado necesario para que, en una posición límite, no quede parte del espejo 44 en

25.

30.

5. el grado necesario para que, en una posición límite, no quede parte del espejo 44 en el rayo 48 del laser 16, mientras que en la otra posición límite, según se ilustra, el espejo intercepta la totalidad del rayo laser 48. El brazo 38 puede girar por acción de un motor situado en el interior del soporte 30, de modo que los espejos 42 y 44 puedan hacer un recorrido de 360° pero manteniendo su alineación relativa. La alineación es de tal naturaleza que el rayo reflejado desde el espejo 42 es normalmente paralelo al rayo 48 que incide sobre el espejo 44, pero este factor no es esencial.

10.

15. El dispositivo centrador 40, llevado por el soporte 30, tiene la forma de un elemento hueco con una superficie frustró-cónica externa, cuyo diámetro mínimo es menor que el diámetro interior de la tubería 28, y cuyo diámetro máximo es mayor que el diámetro interior del tramo de tubo. De éste modo se tiene la seguridad de que el dispositivo 40 se pueda introducir dentro del extremo respectivo del tramo 28. Cuando se activa el cilindro 34 en la dirección apropiada, el dispositivo centrador actúa para levantar el extremo exterior del tramo de tubo 2 hasta que el eje del mismo queda coaxial con el de la tubería 8, y puede también ejercer una fuerza importante a lo largo del eje geométrico del tramo de tubo para forzar el otro extremo del tramo en un acoplamiento de unión a tope con el extremo interior de la tubería 8.

20.

25. Del brazo rotatorio 28 sale un tubo 50 que atraviesa el interior del elemento frustró-cónico hueco 40 y se extiende coaxial al tramo de tubo 28. El tubo 50 lleva en su otro extremo un espejo azogado frontal 52, cuyo espejo se sitúa de modo que el rayo laser 48 reflejado pueda incidir sobre la unión 54

30. entre los extremos de los tubos unidos a tope. Para que esto pue

da suceder, el tubo 50 está provisto de una abertura (no ilustrada) que permite que pase la radiación del interior del tubo 50 e incida sobre la unión 54.

5. El dispositivo 20 en la sección de soldadura es similar al dispositivo 18, en el sentido de que comprende un soporte 56 portador de un brazo rotatorio 58 el cual, a su vez, lleva un espejo azogado frontal 60. El espejo 60 se sitúa para que incida sobre el mismo la radiación reflejada desde el espesor 42. Después de la reflexión, la radiación procedente del espejo 60 está
10. destinada a incidir sobre un dispositivo de lente 62. Este dispositivo tiene la forma de una caja con una pared formada con un cuerpo de material, o que comprende un cuerpo de material que puede refractar el rayo laser para enfocarlo sobre el empalme 54 o en la región del mismo.

15. Según una característica preferible del presente invento, el interior de la caja 62 está destinado a alimentarse con un gas apropiado, por ejemplo argón, destinado a salir del dispositivo 62 como una corriente dirigida a la zona de soldadura, siendo el gas inerte para proteger el baño de metal fundido de la soldadura contra el ataque de la atmósfera hasta que
20. el baño o charco de soldadura se ha enfriado suficientemente para ser inmunes a dicho ataque. Un dispositivo similar de lente y protector de gas 62 podría situarse preferiblemente en el interior de la tubería y el tramo de tubo, sujetándose al tubo 50, pero este dispositivo se ha omitido también del dibujo para mayor claridad. En aquellos casos en que el dispositivo 62 se utilice en el interior de la tubería, se comprenderá que el gas
25. protector para el dispositivo se suministra por medio del tubo 50 y el cabezal 18.

30. Por un dispositivo que no se describe en la memoria des

criptiva porque no forma parte de la materia objeto de éste invento, el brazo 18 puede girar mediante un motor en el soporte 56 en exacto sincronismo con el brazo 38. Este se realiza para asegurar que el rayo laser reflejado desde el espejo 42 incida siempre sobre el espejo 62 y desde éste espejo sobre el empalme 54 que se desea soldar.

Se comprenderá que el soporte 30 es hueco o tiene otra forma necesaria para que el rayo laser 48 pueda incidir directamente en el espejo 44 o en el espejo 52.

Se verá de éste modo que el aparato soldador ilustrado en la figura 2 se puede utilizar, con igual facilidad, para efectuar soldaduras de fusión internas o externas. En ambos casos es necesario disponer de medios para ajustar el aparato de modo que el rayo laser 48 se enfoque sobre el empalme 54 o en la región del mismo.

Para efectuar soldaduras internas será necesario que el soporte 30 pueda moverse ligeramente, junto con el tubo 50 con relación al dispositivo centrador 40. De éste modo, independientemente del dispositivo 40, el tubo 50 se puede mover axialmente hasta que el rayo se enfoca con precisión sobre la unión 54 desde el interior. Para realizar soldaduras externas, el brazo 58 puede ser ajustable a lo largo de su eje de rotación para alterar la posición del espejo 60 con relación a la unión externa 54.

En el aparato ilustrado en la figura 2, y en todas las demás formas del aparato, el rayo laser emitido desde el aparato laser 16 está desenfocado v.g., su energía se distribuye en un área relativamente grande. En éste caso, el rayo se enfoca sobre el empalme 54 que se desea soldar por medio de la lente refrigerante incluida en el dispositivo 62. No obstante, dentro del alcance

del invento se encuentra el emplear un rayo laser enfocado inicialmente, de modo que se transmita como un rayo paralelo de área en sección transversal muy pequeña, y que, por lo tanto, tenga una densidad de energía muy elevada. En éste caso, se podría prescindir de la lente refrigerante, pero puede que fuera todavía necesario o útil emplear un dispositivo 62 para dirigir una corriente de gas protector inerte en el baño o charco de soldadura.

5. El aparato soldador ilustrado en las figuras 3 y 4 se ha diseñado para que funcione de un modo similar al dispositivo ilustrado en la figura 2, para efectuar soldaduras externas solamente.

10. En estas figuras, y en otras figuras de los dibujos, las partes componente comunes a la figura 2 se indican con los mismos números de referencia.

15. En la región de la unión o empalme 54 el tramo de tubo 28 se pone en línea con el extremo amordazado de la tubería 8 por medio de un acoplador interno 64 que puede adoptar la forma de una bolsa neumática que mantiene las dos partes alineadas coaxialmente. Las fuerzas axiales que mantienen los extremos unidos a tope acoplados entre sí en la unión 54 se inducen por medio de un dispositivo de laser y cabezal combinado 66. El dispositivo 56 se monta un extremo de un brazo tubular 69 que tiene su otro extremo montado en un soporte 71, cuya función es similar a la del dispositivo 20. El brazo tubular 69 lleva los espejos 44, 42 y 60 por medio de los cuales el rayo se refleja de su trayecto original coaxial con el eje del tramo 28 y se dispone para que incida de una forma prácticamente radial y en el exterior de la unión 54. El rayo laser 48 alcanza el interior del brazo tubular 69 a través de una eje hueco 67 que forma par

5. te del dispositivo 66. El eje 77 lleva una rueda dentada 78 sujeta al brazo 69 y que engrana con una rueda dentada 80 acoplada, por medio de un eje 82, a una segunda rueda dentada 84 que engrana con una gran rueda dentada 86 sujeta al otro extremo del brazo 69 y sostenida para girar sobre el soporte 71. La finalidad de éste dispositivo es asegurar que el brazo 69 se mueva como un conjunto alrededor del tramo de tubo 28, sin experimentar flexión ni deformación al ser movido desde un extremo solamente.

10. El espejo 60 se monta sobre un carro 88 que se mueve en paralelo con el eje geométrico de la tubería 28, a lo largo del interior del brazo 69. Firme para el ajuste axial del punto sobre el cual el rayo reflejado por el espejo 60 incide sobre el empalme 54 a través de una abertura en la pared del brazo 69.

15. El tramo de tubo 28 se levanta hasta una posición en la cual su eje geométrico queda coaxial con el de la tubería 8 por medio de gatos hidráulicos 27, que se quitan después, puesto que el tramo queda sostenido en dicha posición por un dispositivo centrador frustrocónico 40 y por la citada abrazadera interna 64, respectivamente.

20. La vista en sección ilustrada en la figura 4 representa la forma en que el brazo tubular 69 puede pasar completamente alrededor del tramo de tubo 28 para efectuar una soldadura externa en una o más pasadas circulares. El aparato soldador, según se ilustra en las figuras 5 y 6, se diseña para efectuar soldaduras internas solamente.

25. Para efectuar soldaduras internas solamente, el tramo de tubo 28 que se desea soldar se sostiene de una manera apropiada, por ejemplo por medio de caballetes 90, según se ilustra, o soportes ajustables, por ejemplo gatos hidráulicos. El tramo
30. de tubo 28 se sujeta temporalmente al extremo respectivo de la

tubería 8 por medio de una abrazadera externa 92.

5. Esta modalidad es eficaz para mantener unidos los dos elementos y coaxiales entre sí, y para actuar también como dique para retener el fondo del charco de soldadura en su sitio mientras se solidifica. Esta última función sería normalmente necesaria porque la profundidad radial del charco de soldadura ha de ser igual al espesor radial de los tubos unidos entre sí para asegurar que los extremos unidos a tope se fusionen completamente. Para tener la seguridad de que no quedan partes sin fusionar, sería prudente normalmente asegurar que la profundidad del baño o charco de soldadura fuera mayor que el espesor radial del tubo si existiera material adicional que permitiera esta extensión radial del baño de soldadura. No obstante, en su ausencia, la abrazadera 92 se calienta y actúa como dique.

10. 15. La fuente de laser móvil 16 sale un tubo rotatorio 50, que lleva un extremo un espejo 52 el cual se pone en ángulo para dirigir radiación coherente de incidencia radial por la unión 54 entre los extremos de los tubos unidos a tope. Desde un extremo del tubo 50 sale una serie de soporte antifricción 94 destinados a apoyarse sobre la superficie del tramo 28 y proporcionar soporte mecánico al extremo interior del tubo 50 según gira. De este modo se tiene la seguridad de que el rayo laser 48 se extienda a lo largo del eje geométrico del tramo 28.

20. 25. La fuente de laser es móvil en el sentido axial de la tubería para permitir la introducción de tubo 50 en el tramo de tubo después que se se ha situado y sujetado a la tubería 8. Con este fin, el aparato laser 16 se monta sobre carriles (no ilustrados) montados sobre la plataforma 12. La posición de la fuente 16 es ajustable con precisión para asegurar que el rayo laser después de ser reflejado desde el espejo 52, incida con precisión

30.

sobre la unión o empalme 54 para efectuar la soldadura por fusión necesaria.

5. De un modo similar al aparato soldador ilustrado en las otras figuras, el tubo 50 puede girar completamente con un recorrido de 360° para efectuar la soldadura de fusión necesaria en una o más pasadas circulares completas.

10. El aparato soldador ilustrado en las figuras 13 y 14 es similar al ilustrado en las figuras 5 y 6. No obstante, en este aparato el tubo 50 se sujeta rígidamente a la fuente de laser móvil 16 y el espejo 52 se monta en el extremo libre de dicho tubo mediante un carro 124 que se puede mover paralelo con el eje del tramo de tubo 28 a lo largo de una guía de cola de milano 126. (vea se la figura 14), presentada por un anillo 28 el cual, a su vez, puede girar por acción de un motor eléctrico alrededor del eje geométrico del tramo de tubo, sosteniéndose dicho anillo para girar en el interior del tubo 50. De este modo, el desplazamiento axial del carro 124 sirve para el ajuste axial del punto en el cual el rayo laser reflejado por el espejo 52 incide sobre el empalme 54, mientras que la rotación de 360° de l anillo 128 y, por consiguiente, del espejo 52 permite que se realice la soldadura por fusión necesaria.

15. El aparato soldador ilustrado en la figura 7 es una modificación del ilustrado en la figura 2. Esta concebido principalmente paraefectuar soldaduras internas y externas simultáneas o consecutivamente. Con este fin, emplea dos aparatos laser en forma del laser estático 16 y un laser móvil 96 sujeto al brazo rotatorio 58 del soporte 20 en la sección de soldadura. Los suministros de electricidad, agua refrigerante y gas para el laser móvil 96 (o el laser rotatorio) se efectúan por medio del soporte 20 de una manera que no forma parte de la materia objeto de esta solici

20.

25.

30.

tud y que, por lo tanto, no se describe con detalle.

Según se ha mencionado, el dispositivo centrador 40 es axialmente móvil con relación al tubo 50, que se sujeta con el soporte 30. De este modo se tiene la seguridad de que el extremo libre del tramo de tubo 28 se acople sostenido por el dispositivo centrador 40, mientras que la posición longitudinal del tubo 50, y del espejo 52, se pueden ajustar con relación al empalme 54 que se desea soldar por activación del cilindro 34.

Se verá por el dibujo que a medida que gira el brazo 58, la radiación del aparato laser 96 puede efectuar una soldadura externa, mientras que la del laser 16 puede efectuar una soldadura interna por rotación del espejo 52. Las dos soldaduras se pueden realizar simultánea o consecutivamente. Además, aún cuando los procesos de soldadura se realicen simultáneamente, los baños o charcos de soldadura interna y externa se pueden desplazar angularmente uno del otro por ajuste apropiado de las posiciones angulares relativas del brazo 58 y el tubo 50. Estos desplazamientos angulares relativos pueden ser constantes o variables. En otras palabras, en particular cuando el aparato laser móvil 96 tiene una potencia considerablemente menor que la del laser 16, puede que fuera necesario que el brazo 58 se moviera alrededor del empalme que se desea soldar a una velocidad más lenta que la velocidad de rotación del tubo 50. Lo que es necesario asegurar es que los charcos de soldaduras producidos por ambos rayos laser se unan o se superpongan para tener la seguridad de que no queden partes sin fusionar de las caras extremas unidas originalmente a tope de los tubos. Esto significa que las velocidades de rotación del brazo 58 y el tubo 50 han de estar relacionadas con la potencia del laser correspondiente y, por lo tanto, con la profundidad de penetración del rayo laser o charco de soldadura.

- Las figuras 8 y 9 ilustran diferentes vistas de una posible forma de abrazadera interna para sujetar los extremos unidos a tope del tramo de tubo 28 y la tubería 8 acoplados uno con otro mientras se efectúa una soldadura interna. La abrazadera, indicada de un modo general por la referencia 98, comprende básicamente dos anillos 100 que tienen un diámetro exterior menor que el diámetro interior de los tubos que se han de soldar. Una prolongación tubular 102 del tubo 50 sale en dirección coaxial a los anillos. Entre la superficie exterior de la prolongación 102 y la superficie interior de cada anillo 100 hay situada una serie de cilindros hidráulicos colocados angularmente 104. Los pistones 106 de los cilindros atraviesan aberturas en los anillos 100 y se proyectan suficientemente más allá de su superficies externas para poder apoyarse sobre la superficie interior del tramo 28 o tubería 8 correspondiente. Las conducciones para el abastecimiento de fluido hidráulico, y el equipo de control de los cilindros, se han omitido del dibujo para mayor claridad. Según el presente invento, los cilindros se pueden controlar de una forma selectiva o en combinación.
- Aunque el tramo de tubo 28 se describe como un elemento circular, según se recibe de fábrica, después del transporte y almacenamiento los tramos se pueden deformar por lo que las secciones transversales de sus extremos pueden ser elípticas o desviarse de otro modo de una forma circular pura. Esta deformación se puede producir en uno u otro extremo, o en ambos extremos, de cada tramo. La abrazadera 98 ilustrada en las figuras 8 y 9 permite la eliminación de estas deformaciones antes del proceso de soldadura. Las deformaciones se eliminan por activación apropiada de los cilindros 104, que tienen fuerza suficiente para obligar al extremo respectivo de la tubería o el tramo de tubo a adoptar una forma

circular perfecta antes de la operación de soldadura y durante la misma.

5. También puede ocurrir que, a causa de tolerancias de fabricación, los diámetros interiores de los tramos de tubo sean diferentes entre sí. En tal caso, la abrazadera 98 se puede utilizar para dilatar radialmente el elemento de menor diámetro interior hasta que las dos dimensiones son iguales entre sí. Esto podría realizarse por activación común del conjunto apropiado de cilindros. Se comprenderá que la abrazadera 98 se puede controlar para efectuar ambas operaciones de corrección al mismo tiempo, v. g., dejar ambos extremos perfectamente circulares y con el mismo radio. No obstante, los medios por los cuales los cilindros hidráulicos 104 se controlan para conseguir estos resultados deseados no forman parte de la materia objeto del invento, y por lo tanto no se describen con más detalle.
- 10.
- 15.

- La única característica adicional digna de comentario en la figura 8 es el medio por el cual el dispositivo de lente y protector de gas 62 se sitúa en el tubo 50, mediante prolongaciones 108, en el interior de las secciones de tubo que se han de soldar entre sí.
- 20.

- Las figuras 10 y 11 ilustran lo contrario que las figuras 8 y 9, en el sentido de que ilustran una abrazadera externa 108. Esta abrazadera comprende igualmente dos anillos 100, pero en este caso tiene un diámetro interno mayor que el diámetro exterior de las secciones de tubo 28. Cada uno de estos anillos lleva una serie angularmente separada de cilindros hidráulicos 104. Los pistones 106 de los cilindros a traviesan los anillos 100 y se apoyan sobre las superficies exteriores del tramo de tubo 28 y la tubería 8. Entre los anillos se extienden un collarín 110 que se sujeta a los anillos por coninetes 112. El collarín 110 actúa,
- 25.
- 30.

de este modo, para asegurar que los anillos 100 tengan un eje geométrico común, por lo que la abrazadera externa 108 se puede utilizar para alinear el tramo de tubo 28 y la tubería 8. Desde el collarín 110 se proyectan el brazo rotatorio 58 ya descrito con relación a la figura 2 a la figura 7. El collarín 110 sostiene

5. también, por ejemplo por medio de proyecciones 114, una cremallera circular 116 destinada a engranar con un piñón (no ilustrado) movido por un motor montado en el soporte 20. De este modo, el brazo 58 puede girar alrededor del extremo de la tubería con un arco de 360° sin que ningún elemento de la abrazadera externa 108 intercepte el rayo laser 48 y sin de ningún modo evite el funcionamiento correcto del aparato soldador.

10. De un modo similar a la abrazadera interna 98, los cilindros hidráulicos 104 puede funcionar de una forma selectiva o al unisono para que el tramo 28 o la tubería 8 recuperen su sección transversal perfectamente circular, o para aplicar una fuerza de compresión radial en una u otra sección de tubo para que sean del mismo tamaño, o para aplicar ambas formas de corrección.

15. La abrazadera externa ilustrada en las figuras 10 y 11, como es lógico, se puede utilizar junto con un aparato laser rotatorio 96, como el que se ilustra en la figura 7.

20. El aparato soldador ilustrado en la figura 12 emplea un laser estacionario 16 para efectuar solamente una soldadura externa. Al contrario que el otro aparato soldador ilustrado, el rayo procedente del aparato laser 16 está destinado a encontrarse en el plano que contiene la unión 54 entre las caras extremas unidas a tope que se han de soldar entre sí. El rayo 48 del aparato laser 16 está destinado a penetrar en una caja 118 que rodea las secciones de tubo (8 o 28) que se desean soldar entre sí. La caja
25. 118 contiene cuatro correderas 120, cada una situada a un lado del
- 30.

- trayecto del rayo laser 48. Cada corredera lleva un espejo móvil 122. Por medios que no se ilustran en el dibujo, cada uno de los espejos 122 se pueden mover a una velocidad conveniente a lo largo de su corredera, pero pivotando al mismo tiempo. El ángulo que adopta el espejo en cualquier posición anular a lo largo de su corredera está relacionado con la dirección del rayo laser incidente 48 por lo que el rayo laser, después de ser reflejado por el espejo respectivo, incide prácticamente de una forma radial sobre la pieza 28.
- 5.
10. Se comprenderá que, como el espejo 122 ocupa un volumen limitado, no es posible que los espejos recorran un trayecto que subtienda completamente 360° . Por lo tanto, cada una de las correderas 118 no puede efectuar una soldadura externa subtendiendo un ángulo completo de 90° que caiga de una forma completamente radial sobre el empalme que se desea soldar. Por lo tanto, es necesario que cada uno de los espejos 122, hacia el final de su movimiento a lo largo de la corredera respectiva 118, pivote la cantidad necesaria para que el rayo reflejado no incida de una forma completamente radial sobre la pieza. Los grados de movimiento pivotal de los espejos se ajustan de modo que las secciones diferentes de la soldadura formada por reflexión de los espejos en sucesión sea continua.
- 15.
- 20.
25. Al final de su movimiento de desplazamiento del laser 16 a lo largo de la corredera respectiva 118, cada espejo pivota rápidamente en el ángulo necesario para que el rayo reflejado incida sobre el espejo asociado con la corredera siguiente. Después, el primer espejo permanece fijo en esta posición durante el resto del proceso de soldadura. Cada uno de los cuatro espejos 122 se mueve longitudinal y angularmente en sucesión, hasta que se alcanza un punto en el cual el cuarto espejo refleja el rayo laser so
- 30.

bre el punto en que el primer espejo comenzó la soldadura.

Aunque el presente invento se ha descrito con aplicación a un aparato para efectuar soldaduras de fusión completa por medio de un rayo laser solamente, dentro del presente invento está comprendido el que proceso de soldadura por rayo laser se suplemente con un proceso de soldadura tradicional. Así, por ejemplo, los extremos de unión a tope de las secciones de tubo podrían soldarse por puntos antes de soldarse con rayo laser. Adicionalmente, o como variante, las secciones de tubo podrían soldarse desde el interior solamente por medio de un rayo laser, mientras que podrían realizarse las soldaduras externas por medio de una técnica de soldadura tradicional, por ejemplo una soldadura manual o semi-automática. En el último caso, podría emplearse soldadura MIG o TIG, o la soldadura podría realizarse empleando un arco (abierto) sin proteger. Como la adición de una técnica de soldadura clásica no exige ninguna alteración del aparato descrito en los dibujos adjuntos, dichas técnicas no se describirán con detalle en esta memoria descriptiva.

Además de la soldadura pura por fusión, podría utilizarse también un material de relleno de soldadura. Si se decidiera mejorar la soldadura realizada por rayo laser mediante la adición de un material de relleno apropiado, se podrían hacer modificaciones en el aparato soldador ilustrado para que pudiera suministrar material de relleno en forma apropiada a la zona de la soldadura. El material de relleno de la soldadura se suministraría preferiblemente en forma de alambre que se alimentaría a lo largo de su longitud por medio de un motor eléctrico y se guiaría hasta el lugar de aplicación, por ejemplo por medio de un tubo u otra guía. Como se cree que dicha modificación del aparato no forma parte de la materia objeto de este invento, el dispositivo para aplicar

material de relleno no se ilustra en los dibujos ni se describe con detalle.

5. El presente invento se ha descrito empleando un aparato laser de dióxido de carbono, puesto que actualmente es la única forma de aparato laser industrial que suponemos tiene la potencia nominal continuamente necesaria. Uno de los inconvenientes de la radiación producida por el laser de dióxido de carbono es que queda en la región de rayos infrarrojos del espectro óptico y, por lo tanto, no es visible. Esto dificulta el ajuste del enfoque de la operación de soldadura alterando la óptica del sistema que actúa sobre el rayo laser. Según una característica del presente invento, el laser, o cualquier laser del aparato soldador, se suplementa con un laser auxiliar destinado a producir radiación coherente que queda en la parte visible del espectro óptico. Este laser auxiliar está destinado a proyectar su rayo a lo largo del rayo del laser de dióxido de carbono, por lo que el aparato se puede ajustar inicialmente empleando tan solo el laser auxiliar y observando la zona de soldadura, por cualquier medio apropiado, para determinar cuando se ha ajustado correctamente el sistema óptico. Después se desactiva el laser auxiliar y se activa el del dióxido de carbono cuando se desea efectuar la soldadura.
- 10.
- 15.
- 20.

- La alineación precisa del rayo laser con el empalme 54 se puede asegurar durante el proceso de soldadura empleando un dispositivo de seguimiento de costura. Puede ser de tipo mecánico, utilizando una punta o dispositivo similar para seguir la costura, y controlando la punta en la cual se enfoca el rayo laser sobre la unión o, como variante, se puede utilizar un sistema óptico para observar la unión en la región del charco de soldadura de modo que el charco de soldadura tenga que seguir con precisión el trayecto de la unión. Los dispositivos para seguir la costura son aparatos conocidos, y como parece ser que su aplicación a la
- 25.
- 30.

soldadura laser no exige invención alguna, no se describen con más detalle en esta memoria.

5. Según se ilustra en la figura 1, es conveniente en general que la operación de soldadura del tramo que se desea soldar a la tubería se efectúe en posición horizontal. Como la tubería cuando se tiene sobre el fondo del mar queda también prácticamente horizontal, esto significa que la tubería después de la operación de soldadura se tiene que llevar desde la barcaza hasta el fondo del mar formando una curva. Esta necesidad de incurvar la tubería sucesivamente en dos direcciones opuestas induce tensión en la misma y particularmente en los empalmes soldados.

10. Según otra característica del presente invento, esta dificultad se puede resolver elevando la plataforma 12, ilustrada en la figura 1, en ángulo a la horizontal, Este ángulo puede ser el necesario para que el tubo que ensamble en una sola curva, reduciendo de este modo las tensiones impuestas en el mismo al pasar desde la barcaza hasta el fondo del mar. La forma en la cual la plataforma se eleva y mantiene en el ángulo conveniente y en la posición apropiada con relación a la tubería, a pesar de los movimientos normales inducidos por el mar en la barcaza, no forma en si materia objeto de este invento y, por lo tanto, no se describen con más detalle. Se tendrían que hacer cambios correspondientes para sujetar las diferentes piezas del aparato soldador a la plataforma 12 y para conectarla a las fuentes de alimentación necesarias de electricidad, gases y agua refrigerante, pero se cree que estas modificaciones están al alcance del experto en la materia y por lo tanto no se describen con más detalle en esta memoria.

20. Por lo tanto, se verá que el presente invento proporciona un aparato para asegurar la soldadura rápida y precisa de tra

- mos de tubo a una tubería. De este modo, permite la formación rápida de tuberías para instalarse bajo el agua, y se aprovecha al máximo el tiempo de trabajo disponible entre periodos de condiciones meteorológicas adversas. Se ha averiguado que el aparato soldador del presente invento se puede utilizar para hacer una soldadura circunferencial de 0,8 m de longitud en dos minutos, lo cual es un periodo de tiempo notablemente corto si se compara con las técnicas tradicionales de soldadura manual. Cuando se ha realizado la soldadura, la barcaza se puede desplazar con relación a la tubería para poner el otro extremo del tramo de tubo recién soldado alineado con la sección de soldadura para poderse soldar a un nuevo tramo. Esta parte del proceso de soldadura puede realizarse en menos de un minuto. De este modo se verá que se pueden añadir a la tubería por lo menos 20 tramos por hora. Empleando tramos que midan 12 m de longitud, el aparato soldador del presente invento permite soldar 240 m de tubería por hora.
- 5.
- 10.
- 15.

- Como solamente se necesita una sección de soldadura para llevar a cabo las operaciones de soldadura de una sola pasada o de pasadas multiples, incluyendo soldaduras interna o externas o ambas, se verá que con una barcaza de longitud normal, la sustitución de una sección de soldadura por las diversas secciones de soldadura empleadas en operaciones de tendido de tubería normales permite emplear tramos de tubos de longitud considerablemente superior a 12 m para formar la tubería. Como la duración de la operación de soldadura no está relacionada con la longitud axial del tramo, sino solamente con su longitud circunferencial, el empleo de tramos de tubos más largos da lugar a la formación de mayores longitudes de tubería por unidad de tiempo.
- 20.
- 25.

- Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar
- 30.

que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.

REIVINDICACIONES

- 1.- Perfeccionamientos en aparatos para la soldadura con rayo laser de una tubería, particularmente para la soldadura de un tramo de tubo a una tubería desde el interior y/o el exterior del tramo de tubo que deba soldarse, especialmente apropiado para su empleo en barcazas para el tendido de tuberías, caracterizados porque comprende un soporte estacionario con respecto a la tubería para el apoyo y la sujeción de uno de los extremos de la tubería; medios adaptados para alinear un tramo de tubo con el extremo sujeto de la tubería y para mantener uno de los extremos del tramo de tubo en contacto con el extremo de la tubería; medios adaptados para mantener en coincidencia el eje del tramo de tubo con el eje de la tubería; al menos una fuente de rayo laser adaptada para dirigir un haz de radiación coherente a lo largo del eje de la tubería; y medios adaptados para hacer girar al menos una superficie reflectora dispuesta en la trayectoria del rayo de modo que dicho rayo laser incida, después de su reflexión en la superficie, esencialmente de forma radial sobre los extremos de tubo en contacto y sea obligado a realizar al menos una revolución completa alrededor del eje de la tubería, siendo la energía del rayo de tal magnitud que sea capaz de soldar entre sí por fusión los extremos de tubo en contacto.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.

- 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque la fuente de laser, o una de las fuentes de laser, es estacionaria con respecto al extremo de la tubería, y los medios adaptados para hacer girar la superficie reflectora comprenden un tubo guizador del rayo laser, adaptado para ser introducido en el tramo de tubo y apoyado de manera axialmente giratoria, por uno de sus extremos, en un segundo soporte provisto
- 25.
- 30.

de una abertura para el rayo laser y desplazable sobre carriles que se extienden esencialmente paralelos al eje de la tubería, llevando el tubo guiador, por su otro extremo, fijada rígidamente la superficie reflectora.

5. 3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque la fuente de rayo laser, o una de las fuentes de rayo laser, es desplazable, con respecto al extremo de la tubería, sobre carriles que se extienden esencialmente paralelos al eje de la tubería, y porque los medios adaptados para hacer girar la superficie reflectora comprenden un tubo guiador del rayo laser, adaptado para ser introducido en el tramo de tubo y apoyado de manera axialmente giratoria, por uno de sus extremos, en la propia fuente móvil de rayo laser, y el cual lleva, por su otro extremo, fijada rígidamente la superficie reflectora.

10. 4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque la fuente de rayo laser, o una de las fuentes de laser, es desplazable, con respecto al extremo de la tubería, sobre carriles que se extienden esencialmente paralelos al eje de la tubería, y porque los medios adaptados para hacer girar la superficie reflectora comprenden un tubo guiador del rayo laser, adaptado para ser introducido en el tramo de tubo y unido rígidamente, por uno de sus extremos, a la fuente móvil de laser, y llevando fijada el tubo guiador, por su otro extremo libre, dicha superficie reflectora, estando dispuesta esta última sobre un carro desplazable paralelamente al eje del tramo de tubo a lo largo de una guía en cola de milano de que va dotado un aro, el cual a su vez puede ser girado por un motor eléctrico alrededor del eje del tramo de tubo, estando el aro apoyado giratoriamente en el interior del tubo guiador.

15. 5.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1 ó la

- reivindicación 2, caracterizados porque presenta una segunda superficie reflectora susceptible de ser situada en la trayectoria del rayo laser para hacer que este último incida sobre una tercera superficie reflectora adaptada para ser girada en un trayecto cerrado dispuesta por fuera del diámetro exterior del tramo de tubo, incidiendo el rayo laser, después de su reflexión en la tercera superficie, en una cuarta superficie reflectora dispuesta esencialmente en el plano de los extremos tubulares en contacto, y exteriormente a los mismos, estando todas las superficies mencionadas adaptadas para ser giradas al unísono, de modo que el rayo laser pueda realizar al menos una revolución completa al rededor del eje de la tubería y efectuar una soldadura exterior.
- 5.
- 10.
- 6.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1 ó la reivindicación 2, caracterizados porque se dota de una segunda fuente de rayo laser, estacionaria con respecto al extremo de la tubería; al menos una segunda superficie reflectora situada en la trayectoria del haz de la segunda fuente para hacer incidir el haz sobre una tercera superficie reflectora adaptada para ser girada en un trayecto cerrado dispuesta por fuera del diámetro exterior del tramo de tubo, incidiendo el rayo laser, después de su reflexión en la tercera superficie, en una cuarta superficie reflectora dispuesta esencialmente en el plano de los extremos de tubo en contacto, y exteriormente a los mismos, estando todas las superficies mencionadas adaptadas para ser giradas al unísono, de modo que el rayo laser pueda realizar al menos una revolución completa alrededor del eje de la tubería, estando previsto que el rayo laser de la primera fuente de rayo laser efectúe la soldadura desde el interior de los extremos de tubo en contacto y el haz de rayo laser de la segunda fuente de laser efectúe la soldadura desde el exterior de los extremos.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

5. 7.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 1, 2 y 5 ó 6, caracterizados porque las superficies reflectoras segunda y tercera están fijadas en un primer brazo giratorio, dispuesto giratoriamente en el segundo soporte, mientras que la cuarta superficie reflectora está fijada en un segundo brazo giratorio, dispuesto giratoriamente en el soporte estacionario, estando los dos brazos giratorios, si bien no unidos mecánicamente entre sí, adaptados para ser girados al unísono mediante sendos motores eléctricos, acoplados eléctricamente entre sí de modo que los dos brazos giren en la misma dirección y a la misma velocidad.

15. 8.- Perfeccionamientos según las reivindicación 1, 2, 5 y 7, caracterizados porque la segunda superficie reflectora es susceptible de ser situada en la trayectoria del haz de rayo laser por medio de un cilindro hidráulico dispuesto en el primer brazo giratorio.

20. 9.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 1, 2 y 5 ó 6, caracterizados porque las superficies reflectoras segunda, tercera y cuarta están dispuestas en un solo brazo giratorio.

25. 10.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 1 y 2, caracterizados porque el segundo soporte es gobernado por un cilindro hidráulico de doble efecto, conectado a un dispositivo de control, y porque el tubo guizador del rayo es girado por medio de un motor eléctrico dispuesto en el segundo soporte.

30. 11.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1 ó la reivindicación 2, caracterizados porque se dota de una segunda fuente de rayo laser, desplazable con respecto a los extremos tubulares y susceptible de ser girada alrededor del eje de la tubería, a una distancia del mismo superior al diámetro exterior de la tubería, estando adaptado el rayo procedente de la fuente mó-

vil de rayo laser para incidir esencialmente de manera radial sobre los extremos de tubo en contacto, ya sea directamente o después de una reflexión del mismo.

5. 12.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 1, 2 y 11, caracterizados porque la segunda fuente móvil de rayo laser está fijada a un brazo giratorio, dispuesto giratoriamente en el soporte estacionario y dotado a su vez de una superficie reflectora situada en la trayectoria del haz de la fuente móvil de rayo laser y adaptada para reflejar el haz de modo que incida esencialmente de manera radial sobre los extremos de tubo en contacto en todas las posiciones angulares del brazo con respecto al eje de la tubería.

10. 13.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque los medios adaptados para alinear un tramo de tubo con el extremo de la tubería sujeto y para mantener uno de los extremos del tramo de tubo en contacto con el extremo de la tubería, comprenden un elemento hueco troncocónico, dotado de un diámetro mínimo inferior al diámetro interior del tramo de tubo y de un diámetro máximo superior al diámetro interior del tramo de tubo y susceptible de ser desplazado a lo largo del eje de la tubería y de ser presionado contra el otro extremo del tramo de tubo mediante uno o varios dispositivos accionados por presión de fluido.

15. 20. 25. 30. 14.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque los medios adaptados para mantener en coincidencia el eje del tramo de tubo con el eje de la tubería, comprenden un dispositivo interior de sujeción constituido por dos aros de diámetro exterior inferior al diámetro interior de los tubos que deban soldarse entre sí, estando unidos rígidamente entre sí los aros y comprendiendo una pluralidad de cilindros hidráulicos dis

puestos radialmente, los émbolos de los cuales se extienden a través de aberturas practicadas en los aros y están adaptados para apoyarse contra la superficie interior del tramo de tubo y de la tubería, respectivamente.

5. 15.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque los medios adaptados para mantener en coincidencia al eje del tramo de tubo con el eje de la tubería, comprenden un dispositivo exterior de sujeción constituido por dos aros de diámetro interior superior al diámetro exterior de los tubos que
10. deban soldarse entre sí, estando unidos los aros entre sí por medio de un manguito giratorio de soporte de un brazo giratorio para una segunda fuente de rayo laser y/o una superficie reflectora, y comprendiendo una pluralidad de cilindros hidráulicos dispuestos radialmente, los émbolos de los cuales se extienden a través de aberturas practicadas en los aros y están adaptados para
15. apoyarse contra la superficie exterior del tramo de tubo y de la tubería, respectivamente.
20. 16.- Perfeccionamientos según la reivindicación 14 ó la reivindicación 15, caracterizados porque comprende medios adaptados para accionar, ya sea selectivamente o conjuntamente, los cilindros hidráulicos del dispositivo de sujeción a fin de hacer la sección transversal de los extremos del tramo de tubo o de la tubería verdaderamente circular.
25. 17.- Perfeccionamientos según la reivindicación 14 ó la reivindicación 15, caracterizados porque comprende medios adaptados para accionar, ya sea selectivamente o conjuntamente, los cilindros hidráulicos del dispositivo de sujeción a fin de estirar o comprimir el extremo asociado del tramo de tubo o de la tubería para conferirle una sección circular de tamaño deseado.
30. 18.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 1, 6,

- 11 ó 12, caracterizados porque las dos fuente de rayo laser presentan producciones de energía significativamente diferentes, siendo la profundidad de soldadura producida por una de las fuentes de rayo laser significativamente mayor que la producida por la otra.
- 5.
- 19.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque la fuente de rayo laser, o al menos una de las fuentes de rayo laser, están adaptada para producir un rayo de radiación desenfocada, es decir con una densidad energética relativamente baja, y porque el aparato comprende medios adaptados para dirigir el rayo desenfocado a un foco situado en los extremos tubulares en contacto.
- 10.
- 20.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque la fuente de laser, o al menos una de las fuentes de laser, está adaptada para producir una radiación con una longitud de onda correspondiente a la parte infrarroja del espectro óptico.
- 15.
- 21.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque se dota de una fuente auxiliar de laser adaptada para producir una radiación con una longitud de onda correspondiente a la parte visible del espectro óptico, estando previstos medios para hacer que el rayo de la fuente auxiliar de laser sea sustancialmente coaxial con un rayo de otra fuente de laser en la porción final de su trayectoria, a fin de coadyuvar a la colocación del aparato de soldadura mediante control visual.
- 20.
- 22.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque comprende medios destinados a suplementar la soldadura, o cada una de las soldaduras realizadas mediante una fuente de laser, con una soldadura
- 25.
- 30.

realizada mediante cualquiera otra técnica de soldadura conocida.

23.- Perfeccionamientos según la reivindicación 22, ca
racterizados porque la técnica de soldadura suplementaria inclu-
ye el empleo de un material de sportación.

5. 24.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivin-
dicaciones precedentes, caracterizados porque la posición de cada
una de las superficies reflectoras es ajustable con relación a su
respectivo soporte o armazón.

10. 25.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivin-
dicaciones precedentes, caracterizados porque está dispuesto so
bre una plataforma desplazable sobre carriles que se extienden
esencialmente paralelos al eje de la tubería y están dispuestos
en una barcaza de colocación de conductos tubulares.

15. 26.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, carac
terizados porque para la soldadura de un tramo de tubo a una tu-
bería desde el exterior del tramo de tubo que deba soldarse, la
fuente de laser está adaptada para dirigir un haz de radiación
coherente en el plano que contiene la junta entre los extremos
de tubo en contacto que deban soldarse entre sí, estando adaptado
20. el rayo de la fuente de laser para penetrar en una caja que rodea
a la junta y que comprende cuatro correderas de deslizamiento,
adyacentes a las paredes de la caja, a lo largo de cuyas correde-
ras son sucesivamente desplazadas y giradas sendas superficies
reflectoras, con el fin de reflejar el haz de la fuente de laser
25. esencialmente en sentido radial sobre todos los puntos de la jun
tura, siendo girada cada superficie reflectora, al final de su
trayectoria de alojamiento de la fuente de laser a lo largo de la
respectiva corredera, de modo que el rayo laser reflejado incida
sobre la superficie reflectora asociada a la siguiente corredera
30. de deslizamiento.

27.- Perfeccionamientos en aparatos para la soldadura con rayo laser de una tubería, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria y en los dibujos adjuntos.

5. Esta Memoria consta de treinta y cuatro hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 14 DIC. 1976

SAIPEM S.p.A. y BOC LIMITED.

GÓMEZ ACEBO Y MODEL

Abogado L. García Fernández



ESCALA VARIABLE

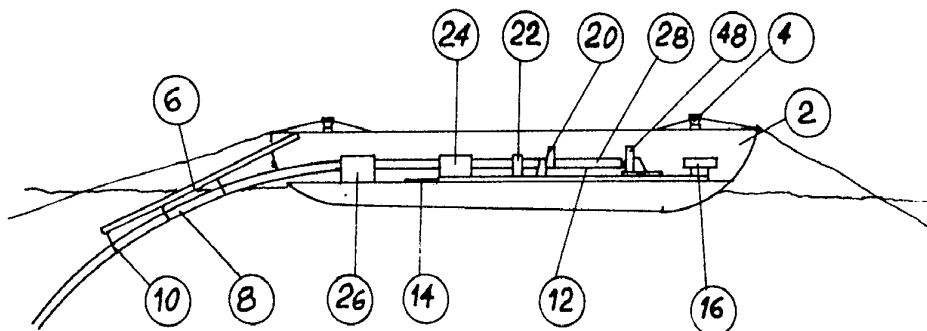


Fig. 1

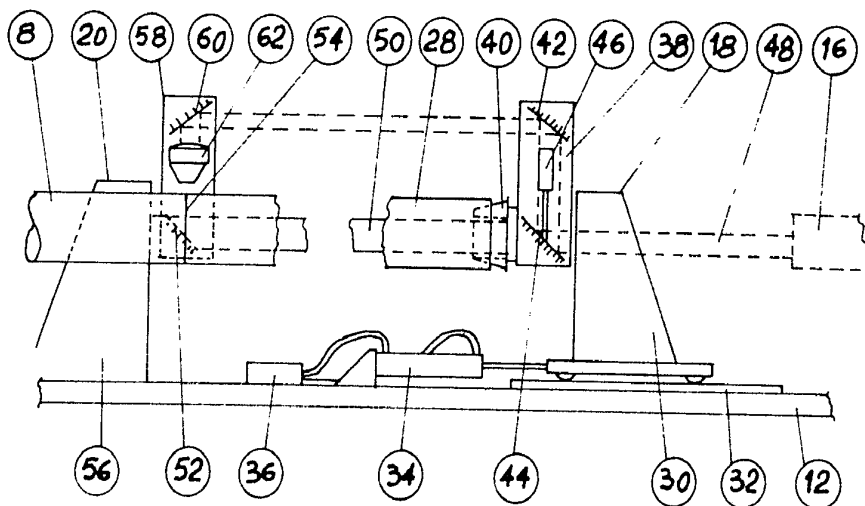


Fig. 2

BARCELONA, 4 de Abril de 1975
SAIPEM S.p.A. y
BOC LIMITED
P.P.

GOMEZ ACEBO Y MODEI
L. y. Elmadari L. Costa Fernández

ESCALA VARIABLE

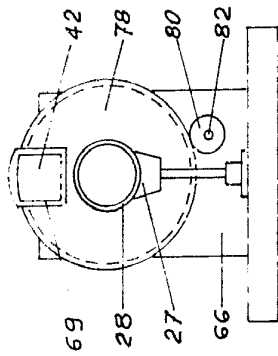


Fig. 4

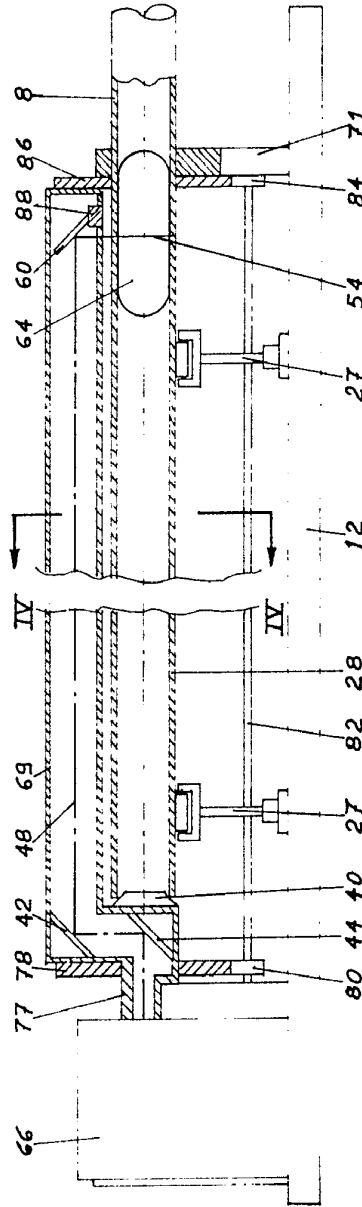


Fig. 3

BARCELONA, 4 de Abril de 1975
SAIPEM S.p.A. Y
BOC LIMITED
P.P.

ROMEZ ACEBS Y MUDIET
Ingenieros L. Ceala Ferraz

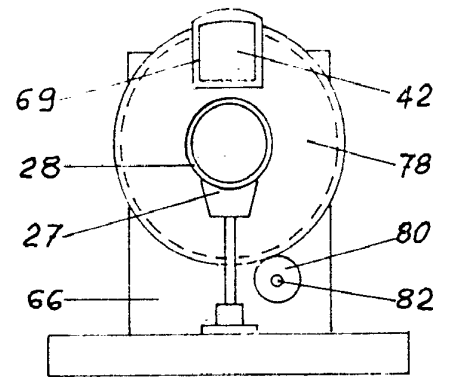


Fig. 4

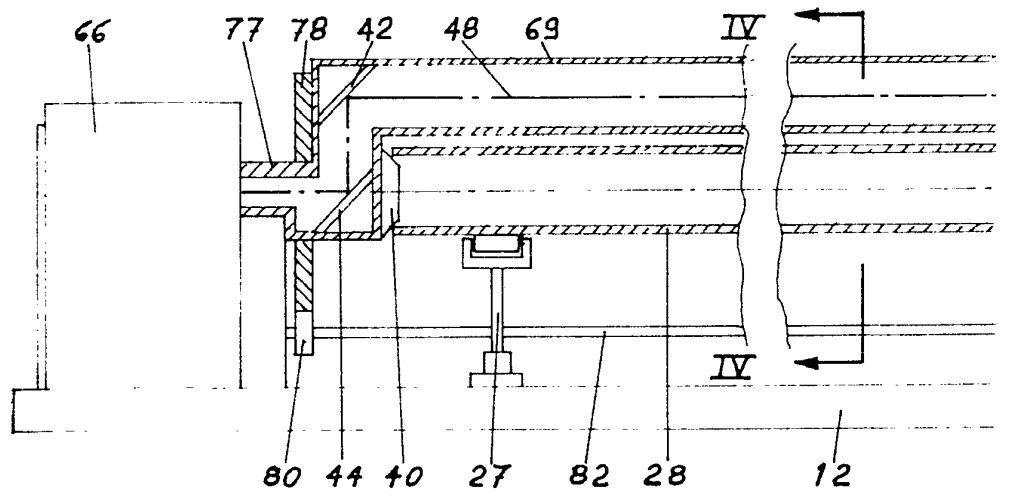
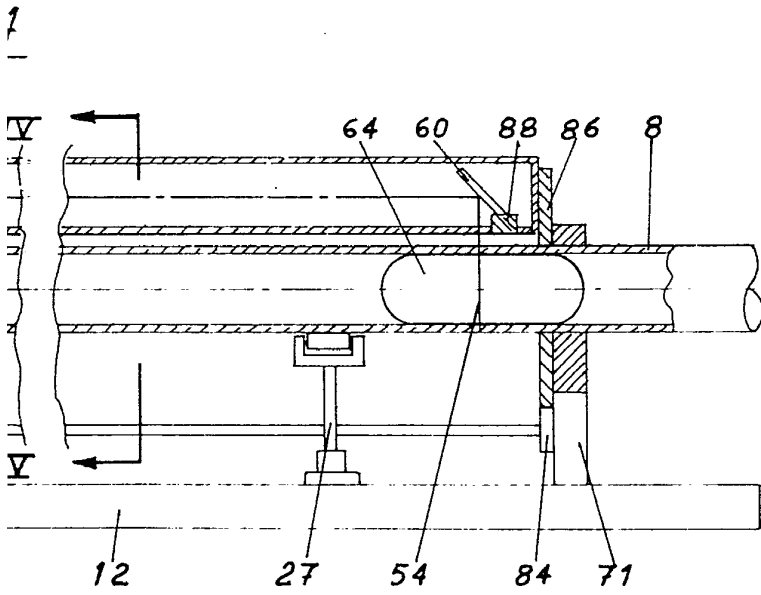
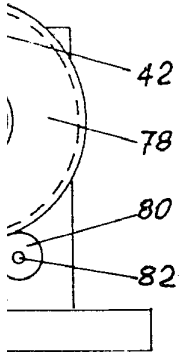


Fig. 3

ESCALA VARIABLE



BARCELONA, 4 de Abril de 1975
SAIPEM S.p.A. Y
BOC LIMITED
P.P.

ROMEZ ACEBS Y MUDET
E. y Firmador: L. García Fernández

ESCALA VARIABLE

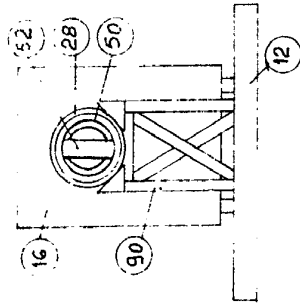


Fig. 6

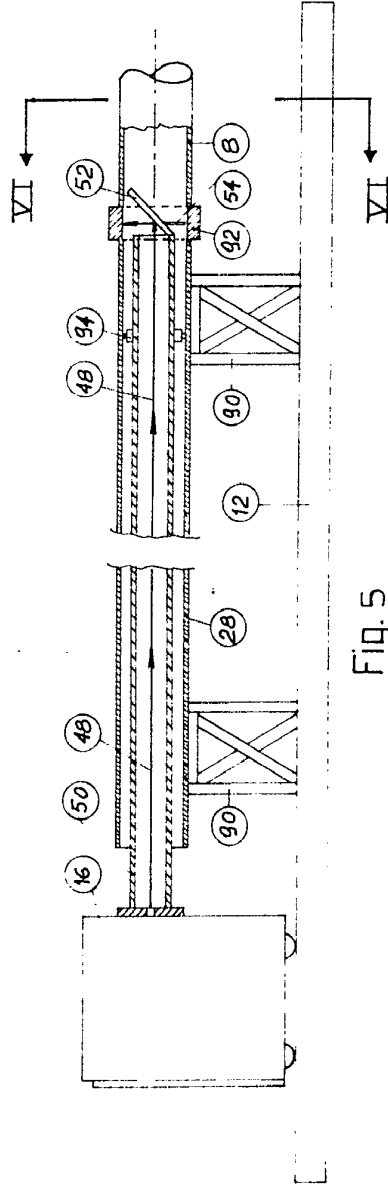


Fig. 5

BARCELONA, 4 de Abril de 1975
SAIPEM S.P.A. Y
BOC LIMITED
P.P.

GOMEZ AGUIR Y HURTET
Exp. Filiales L. Gaita Forastada

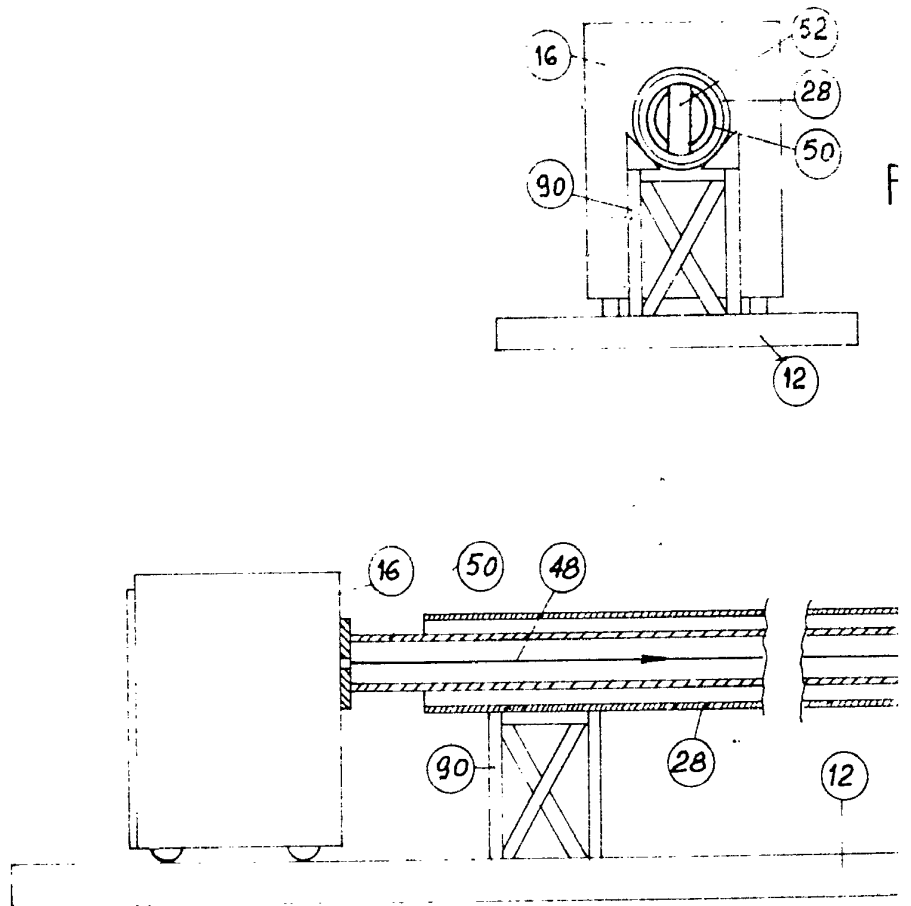


Fig. 5

ESCALA VARIABLE

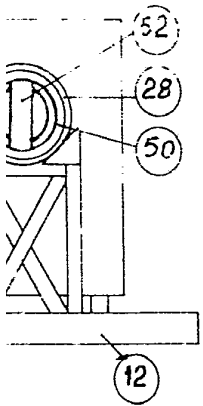


Fig. 6

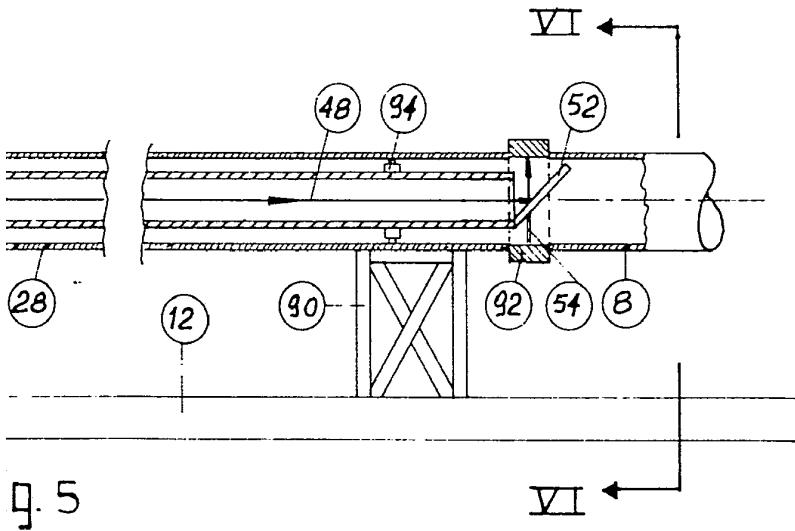


Fig. 5

BARCELONA, 4 de Abril de 1975
SAIPEM S.p.A. y
BOC LIMITED
P.P.

GONZALEZ ACEVEDO Y MUÑOZ

Por Firmado: L. García Forés

ESCALA VARIABLE

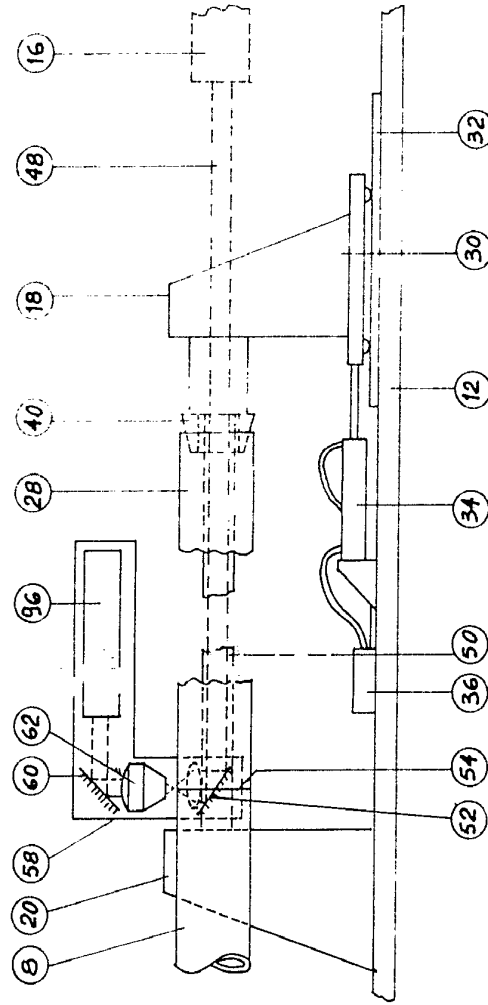


Fig. 7

BARCELONA, 4 de Abril de 1975
SAIPEM S.P.A. Y
BOC LIMITED
P. P.

ARMANDO ABEJO Y LÓPEZ
C. P. Francisco L. Gaudin Fontadeu

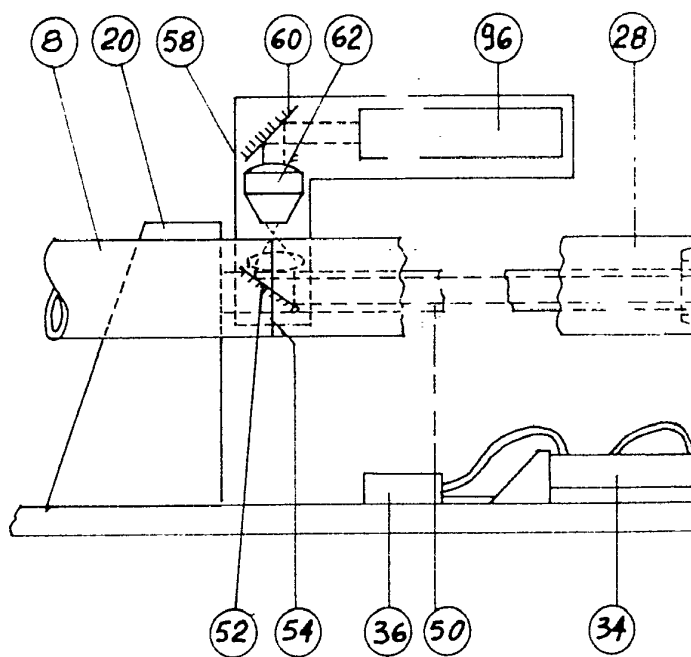


Fig.7

ESCALA VARIABLE

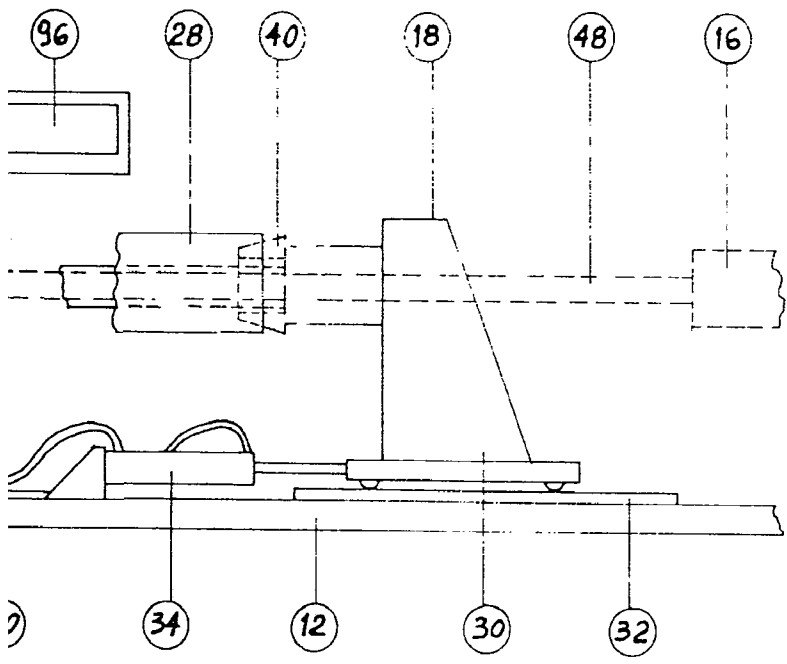


Fig. 7

BARCELONA, 4 de Abril de 1975
SAIPEM S.p.A. y
BOC LIMITED
P.P.

GOMEZ AGUIRRE Y MORENO
L. B. Firmador L. Garcia Forcadell

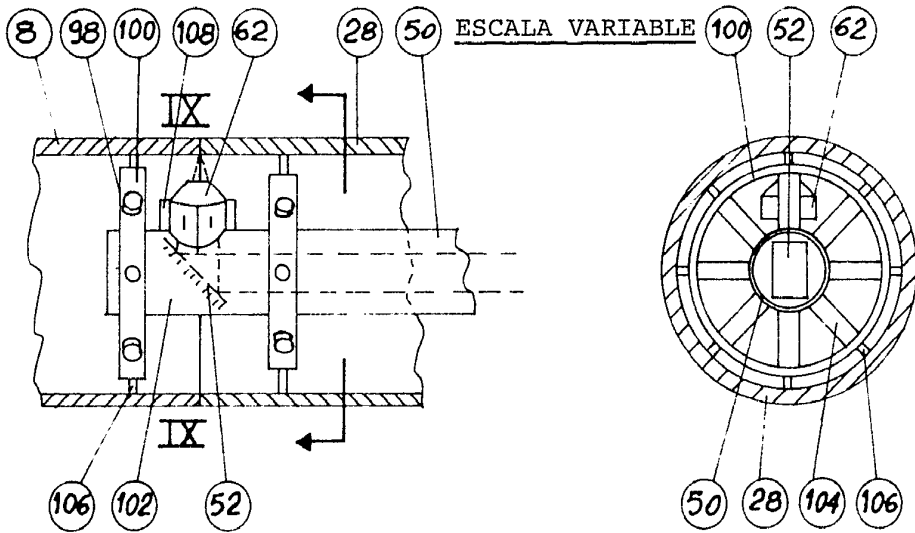


Fig. 8

Fig. 9

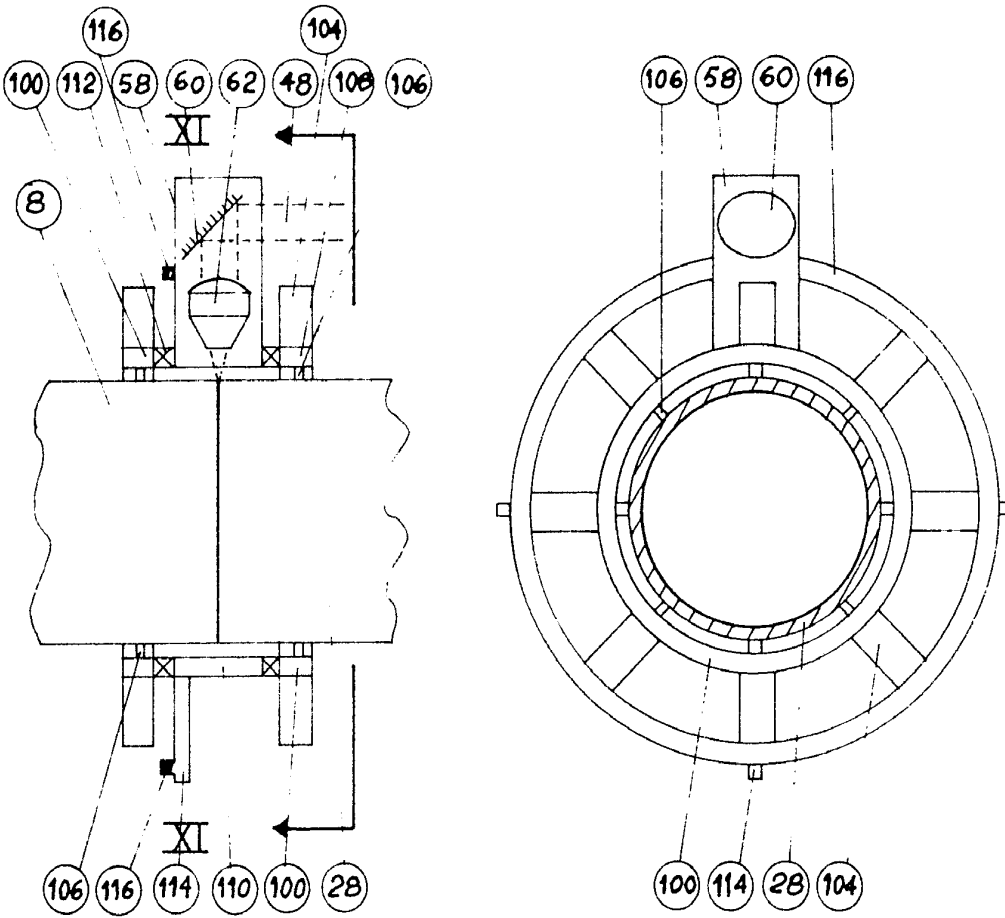


Fig. 10

Fig. 11

BARCELONA, 4 de Abril 1975

ESCALA VARIABLE

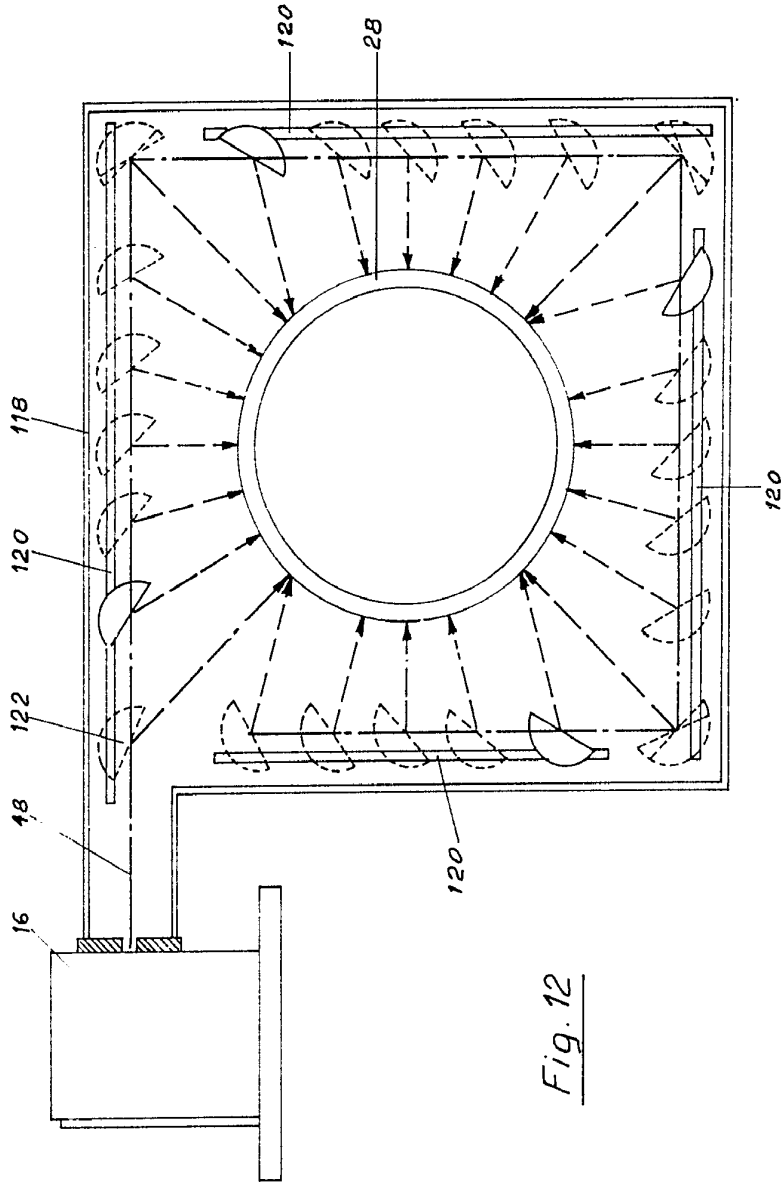


Fig. 12

BARCELONA, 4 de Abril de 1975
SAIPEM S.P.A. Y
BOC LIMITED
P.P.

Elaborado: L. Guals Fernández

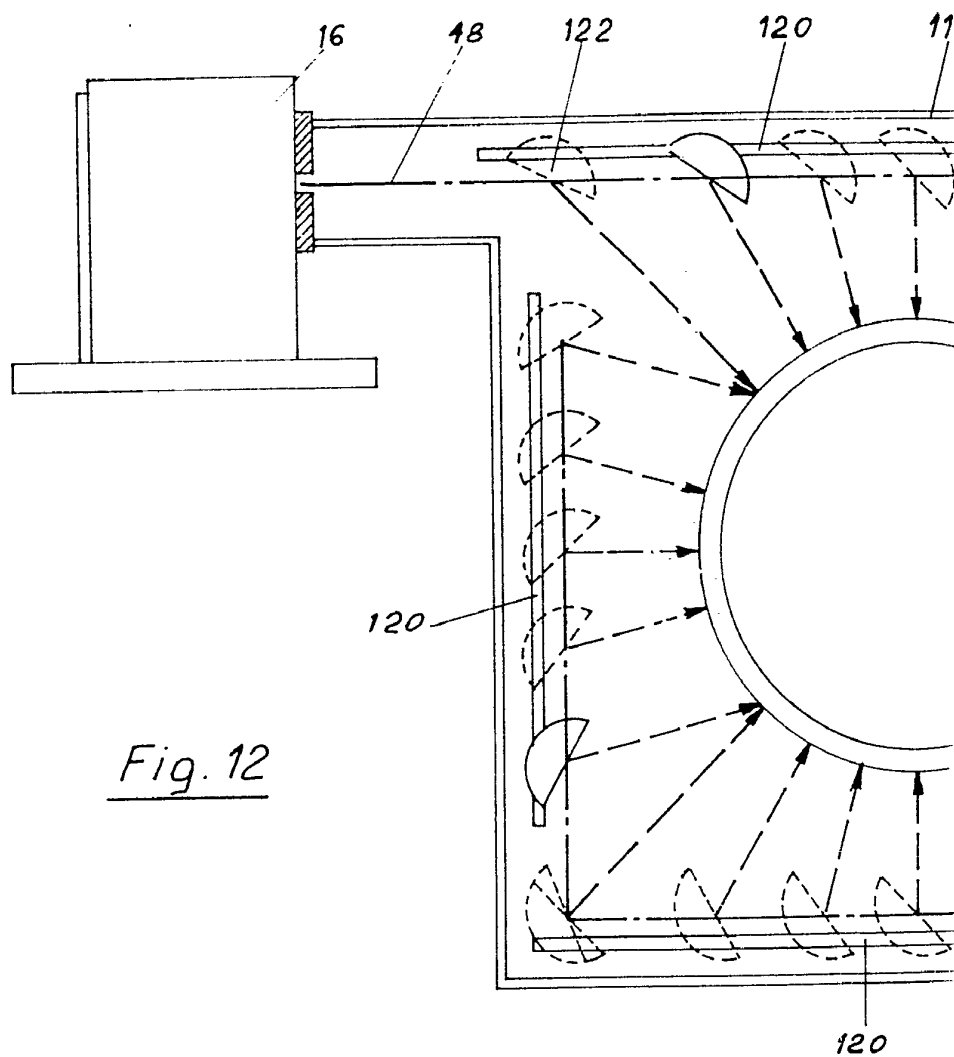
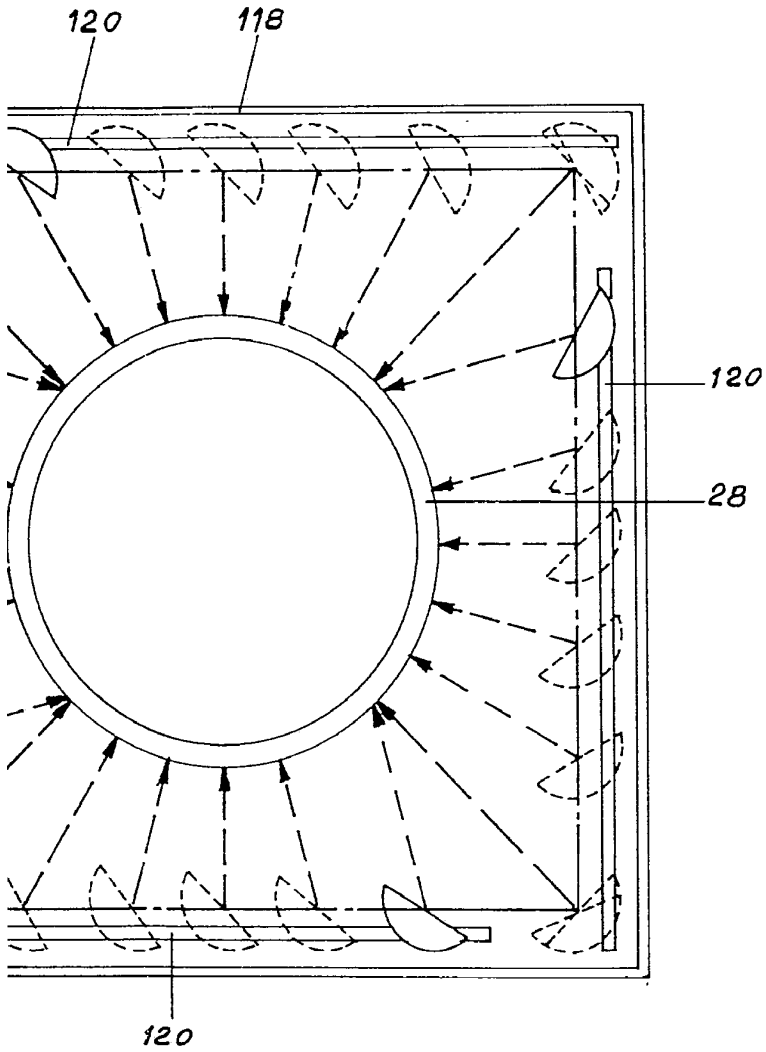


Fig. 12

ESCALA VARIABLE



BARCELONA, 4 de Abril de 1975
SAIPEM S.p.A. y GÓMEZ ACEBU Y MUDEI
BOC LIMITED s. r. Firmado: L. García Fernández
P.P.

ESCALA VARIABLE

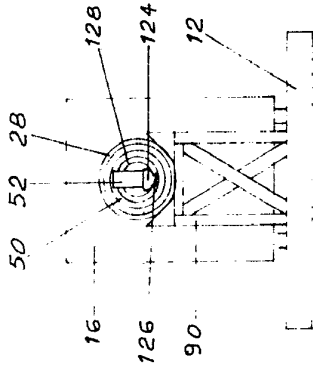


Fig. 14

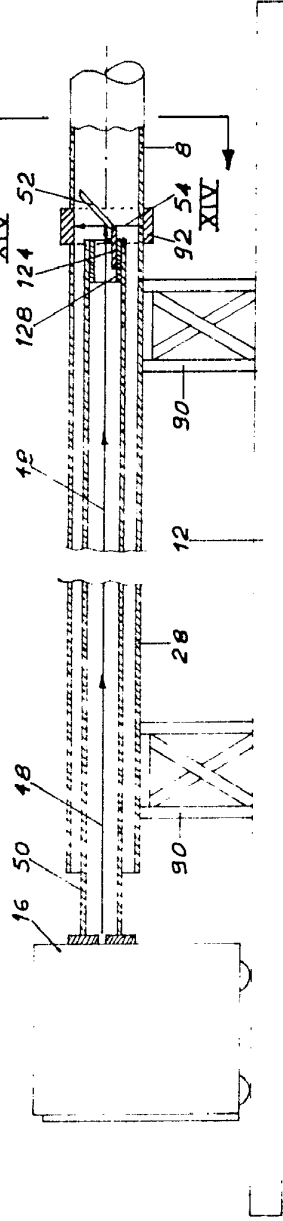


Fig. 13

BARCELONA, 4 de Abril de 1975
SAIPEM S.P.A. Y
BOC LIMITED
P.P.

GONZALEZ AGUIRRE Y MUÑOZ
Ingenieros S. de Responsabilidad Limitada

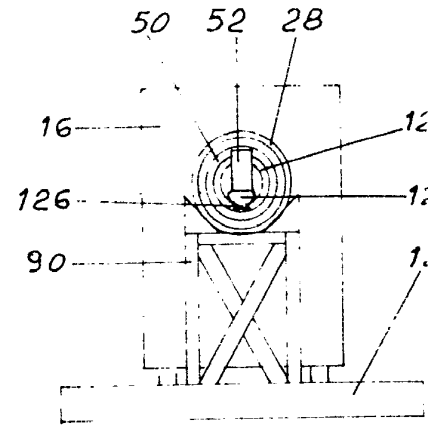


Fig. 14

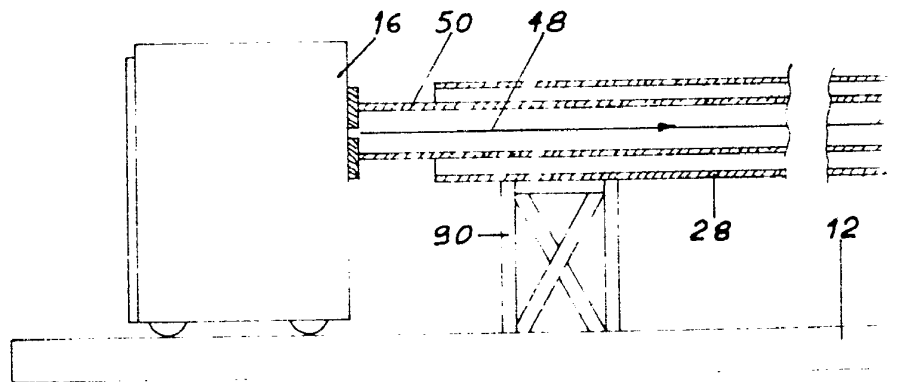


Fig. 13

ESCALA VARIABLE

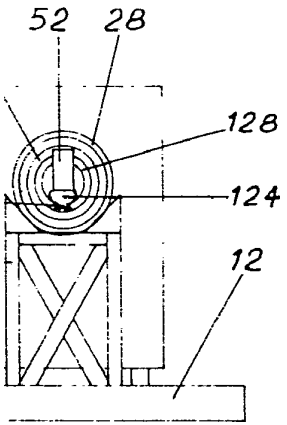


Fig. 14

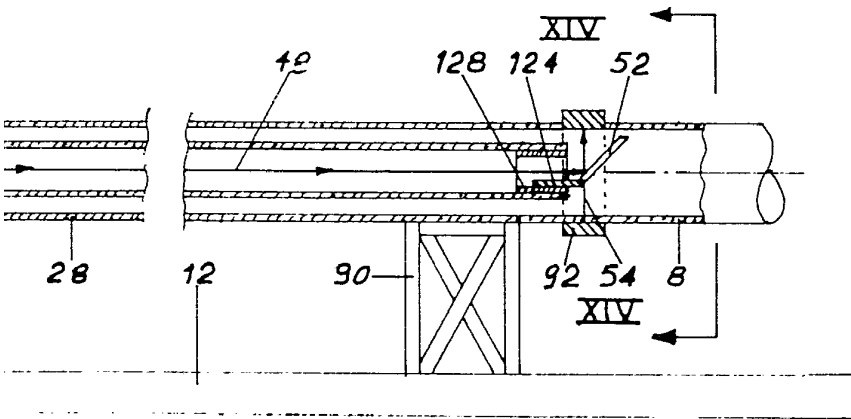


Fig. 13

BARCELONA, 4 de Abril de 1975
SAIPEM S.p.A. y
BOC LIMITED
P.P.

GOMEZ ACEBO Y MODEX
Ingenieros y Arquitectos