



387569

MEMORIA DESCRIPTIVA

de una Patente de Invención a nombre de:

FLUOR OCEAN SERVICES, Inc., una corporación

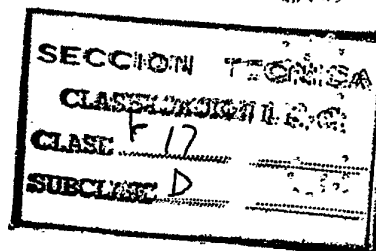
del Estado de California, de nacionalidad

estadounidense, domiciliada en 6200 Hillcroft

Houston, Texas 77036, (U.S.A.); por : "METODO

PARA COLOCAR CONDUCTOS TUBULARES DESDE BARCA

ZAS PORTACARRETES".



El tendido de conductos largos hechos por tubos metálicos sobre el lecho de aguas marinas profundas desde una plataforma flotante o barcaza se torna de importancia comercial en aumento para el transporte de petróleo y sus productos.

5 La solicitante ha desarrollado un método con éxito para tender rápida y económicamente conductos marinos de hasta 152 mm (6 pulgadas) de diámetro. El método y el equipo están descritos en las patentes estadounidenses N<sup>o</sup>s. 3.237.438 y 3.372.461. Este método es conocido comunmente como "la técnica de tendido de conductos a carretel".

10 El mismo comprende : arrollar en espiral, preferentemente en tierra, un conducto largo alrededor del cubo o alma cilíndrico de un carretel que está montado giratoriamente alrededor de su eje vertical sobre la cubierta de una barcaza,

387569



desplazar la barcaza hacia la ubicación deseada alejada de la costa, desenrollar el conducto del carretel, enderezar la parte desenrollada del conducto, guiar la porción enderezada del conducto hacia un cuerpo de agua por encima de una estructura de guía adecuada, y descargar el conducto desde la estructura de guía sobre el fondo marino a medida que la barcaza es desplazada sobre la superficie del agua a lo largo de un rumbo ubicado por encima de la trayectoria del conducto sobre el fondo marino.

Mientras que la técnica de tendido de conductos a carretel existente es satisfactoria para conductos de hasta un diámetro de 152 mm (6 pulgadas), la misma presenta ciertas limitaciones para el tendido de conductos de diámetros mayores de hasta 305 mm (12 pulgadas) o mayores. Estas limitaciones, así como también las ventajas del presente invento, se comprenderán mejor en base de la revista de ciertos factores críticos que afectan la técnica de tendido de conductos a carretel.

Conductos metálicos para uso marino son cubiertos generalmente con un recubrimiento plástico para proteger el metal contra los efectos corrosivos del agua de mar. Ellos deben cumplir ciertas especificaciones dictadas por el Instituto Americano de Petróleo. Por ejemplo, ellos deben poseer una cierta densidad por dimensión lineal para darles la flotabilidad negativa deseada.

Dado que el espacio de cubierta de una barcaza de tendido es reducido, generalmente se emplea un carretel con la capacidad de almacenamiento mayor. Esto requiere un carretel que tiene un alma con un diámetro interior mínimo que corresponde al diámetro máximo de la tubería que será arrollado sobre el carretel. El conducto es doblado alrededor del alma del carretel de

387569



modo que el esfuerzo máximo en al menos una porción del metal del conducto sea superior al esfuerzo crítico. El conducto comunemente está hecho de acero y está cubierto con un revestimiento plástico.

5 Si un tubo recto es doblado elásticamente, es decir para que no exceda a su rango elástico, no queda en el tubo deformación o curvatura residual alguna una vez que desaparece el momento doblador aplicado. Por lo tanto un tubo recto es un tubo de curvatura cero, o un tubo doblado para que tenga un radio de  
10 curvatura infinito. Por otra parte, un tubo curvado para tener un radio constante se caracteriza por un trazado de distribución de esfuerzos residuales uniforme en su sección transversal con respecto a su eje longitudinal, es decir un trazado de distribución de esfuerzos residual que es el mismo en cualquier sección  
15 transversal a lo largo de su eje longitudinal. Para un tubo de cada calidad de acero y tamaño de diámetro, corresponde un radio de curvatura crítico cuyo valor marca el límite entre el rango elástico del tubo y su rango plástico.

Dentro del rango plástico del tubo, la relación esfuerzo  
20 -tensión no es lineal. Para un aumento relativamente pequeño en esfuerzo, se obtiene ahora un aumento relativamente grande de tensión. Quedará ahora una curvatura residual permanente una vez que desaparece el esfuerzo o momento doblador aplicado. Si tal deformación permanente no es objetable, el tubo puede ser doblado  
25 plásticamente hasta un radio de curvatura final. Si ahora el radio de curvatura es hecho menor que el radio de curvatura final del tubo, es muy probable que el tubo se doble y se pliegue.

A título ilustrativo de lo que antecede, para un tubo

387569



de 203 mm (8 pulgadas) de diámetro cuyo acero tiene un límite de fluencia de  $2460,7 \text{ kg/cm}^2$  (35000 psi) el radio de curvatura elástica crítico es aproximadamente 94 m (308 pies). Es decir si el tubo es doblado con un radio mayor que 94 m. no quedará en él curvatura residual apreciable al desaparecer el momento de doblado. Si fuera necesario doblar el mismo tubo a un radio considerablemente más corto que 94 m. el acero del tubo puede ser curvado plásticamente, sin exceder su momento doblador final, hasta un radio de aproximadamente 6,1 m (20 pies). Si ahora desaparece el momento doblador plástico, el tubo quedará con una curvatura residual permanente. Debería notarse que mientras el tubo mencionado precedentemente es curvado hasta un radio de aproximadamente 6,1 m (20 pies), su sección circular no queda distorsionada u ovalada apreciablemente.

De las consideraciones precedentes, se sigue que, para almacenar el conducto sobre un carretel de diámetro relativamente reducido, la sección transversal de acero del tubo debe ser estirada plásticamente casi hasta el máximo. Cada espira de la bobina de espiras múltiples del conducto tendrá una curvatura residual permanente que será distinta para cada capa debido al diámetro distinto de cada capa de conducto enrollado sobre el carretel y que presentará un trazado de distribución de esfuerzos distinto debido a la curvatura distinta.

La técnica de tendido de conductos pre-existent, al ser aplicada a conductos de hasta 152 mm (6pulgadas), no es muy afectada por el problema de las variaciones de curvatura residual, debido al devanado del conducto con diámetros diferentes sobre el alma del carretel. Esto puede explicarse por el hecho de que

387569



la diferencia entre los diámetros de la última y primera capa de espiras no es demasiado grande para un conducto de diámetro reducido. Para conductos con un diámetro mayor que 152 mm (6 pulgadas), la técnica de tendido de conductos a carretel requiere muchos ajustes complicados para evitar el tendido sobre el fondo del mar de un conducto caracterizado por un trazado de distribución de esfuerzos residuales no uniforme con respecto al eje longitudinal del conducto.

Por lo tanto, para conductos con un diámetro mayor que 152 mm (6 pulgadas), existe la necesidad de proveer un método para enderezar efectivamente el conducto a medida que el mismo se desenrolla del carretel, de una manera que es independiente de las variaciones de trazado de curvatura residual y de esfuerzos debido al enrollado del conducto con diámetros diferentes sobre el alma del carretel.

En el equipo usado para llevar a la práctica la técnica existente de tendido de conductos a carretel, se emplea un enderezador a tres ruedas. El mismo está montado sobre una plataforma desplazable verticalmente en vaivén que arrolla y desenrolla el conducto en capas niveladas sobre y desde el carretel. Tal como es bien sabido, la acción dobladora en un enderezador de tres ruedas es lograda al ajustarse la posición de la rueda central con respecto a las dos ruedas terminales que sirven como sostenes para proveer solamente las fuerzas de reacción.

De acuerdo con la técnica pre-existente, el radio de doblado para el enderezador es elegido para que tenga un valor promedio tal que el mismo no es demasiado corto para el enderezado del conducto desenrollado de la capa inicial interior, y

387569



no es demasiado largo para el enderezado del conducto desenrollado de la capa exterior última.

De acuerdo con los aspectos amplios del presente invento, se provee un método de tendido de un conducto largo, hecho de tubo metálico, desde una plataforma flotante, sobre el fondo de un cuerpo de agua, que comprende arrollar el conducto en la forma de una bobina alrededor del alma de un carretel que está montado giratoriamente sobre la plataforma, desenrollar el conducto desde el carretel, y desplazar la porción desenrollada del conducto hacia un cuerpo de agua que está por encima de la ubicación deseada del conducto, en que el conducto, a medida que el mismo es desenrollado del carretel, primeramente es doblado plásticamente con un radio de doblado uniforme para uniformar los esfuerzos de curvatura e internos del conducto desenrollado, enderezando luego el conducto así doblado y uniformado, y manteniendo el conducto bajo tensión mientras el mismo es enderezado. El conducto, después de haber sido curvado con un radio constante, tiene un trazado de distribución de esfuerzos residuales uniforme con respecto a su eje longitudinal en cualquier sección transversal a lo largo de su eje longitudinal. Durante el doblado del conducto con un radio constante, el metal del tubo es estirado hacia su rango plástico.

Una mejor comprensión de los principios del presente método se obtendrá a través de la descripción de las realizaciones preferidas de la misma, que sigue a continuación, en combinación con los dibujos, en los que :

La figura 1 es una vista esquemática en elevación de una realización preferida del equipo para el tendido de conducto, para llevar a cabo el método según el presente invento;

387569



La figura 2 es una vista en planta desde arriba a lo largo de la línea 2-2 en la figura 1;

La figura 3 es una vista vertical, parcialmente en corte, del carretel mostrado en la figura 1;

5                   Refiriéndose en particular a las figuras 1 a 3, un carretel 12 está dispuesto horizontalmente para poder girar alrededor de su eje vertical sobre la cubierta 11 de una plataforma o barcaza de tendido 10. El carretel 12 comprende un alma hueca 13, tronco-cónica, ahusada hacia arriba y hacia adentro. Al alma 10 13 está asegurado un borde superior 15 y un borde inferior 17.

Para conductos cuyos tamaños están comprendidos entre aproximadamente 101,6 mm y 304,8 mm (4 a 12 pulgadas) de diámetro, se obtienen características de sostén de conducto óptimas si el ahusamiento del alma 13 es elegido dentro del rango comprendido 15 entre 15° hasta aproximadamente 20° con respecto a la vertical.

El diámetro exterior promedio del alma 13 es elegido para proveer un radio de curvatura que no permite que el carretel produzca un esfuerzo mayor que el momento de curvado final de los conductos que deben ser arrollados sobre el mismo. Este 20 momento de curvatura final es excedido, para cualquier conducto particular, cuando el esfuerzo en toda la sección transversal del conducto supera el límite de fluencia del metal del conducto. Un diámetro exterior promedio de aproximadamente 12,2 m (40 pies) es adecuado para conductos con diámetros de 121,9 mm, 182,9 mm 25 y 243,8 mm (4, 6 y 8 pulgadas, respectivamente), y tales conductos pueden ser arrollados directamente sobre el carretel 12 para formar una bobina 30 (figura 3). Para diámetros mayores que 243,8 mm (8 pulgadas), el diámetro promedio del alma puede ser aumentado,

387569



si fuera necesario, para evitar el peligro de exceder los límites de doblado plástico final de tales conductos mayores, y para limitar el grado de ovalado de la sección transversal de los conductos.

5                   Un alma de gran diámetro puede lograrse arrollando primeramente una cantidad de espiras de un conducto de diámetro reducido, y luego el conducto de diámetro mayor puede ser arrollado alrededor del alma así agrandada. Para un conducto con un diámetro de 365,8 mm (12 pulgadas), el diámetro promedio del alma puede ser del orden de 18,9 m (62 pies).

10                   Cada cape interior ahusada del conducto devanada en la bobina 30, provee un soporte contra el deslizamiento hacia abajo de las espiras del conducto en la capa superpuesta inmediata adyacente. Durante el arrollado y desenrollado, si el ángulo de ahusamiento es demasiado pequeño, las espiras del conducto tendrán una tendencia a deslizarse hacia abajo debido a los efectos de la gravedad, y si tal ángulo es demasiado grande, las espiras del conducto tendrán la tendencia a deslizarse hacia arriba en el carretel debido a la componente vertical de la fuerza de reacción sobre el alma 13, que resulta de la fuerza de tensión distribuida adquirida por un conducto 16 durante el arrollamiento del conducto alrededor del alma 13. El ángulo óptimo de ahusamiento para un alma, elegido para llevar conductos de hasta 365,8 mm (12 pulgadas), está comprendido dentro del rango que va desde aproximadamente 15° hasta aproximadamente 20°. Un carretel construido de acuerdo con la presente invención almacenará, por ejemplo, tanto como 5791 m (19000 pies) de un conducto 16 de 265,8 mm (12 pulgadas) de diámetro, y almacenará cantidades co-

387569



235  
rrespondientemente mayores de conductos con diámetros más reducidos.

Con referencia particular a las figuras 1 y 2, el aparato para llevar el conducto 16 sobre o desde el carretel 12, lleva la referencia general 14. El aparato 14 incluye un doblador y enderezador de conducto combinado 18, un tensionador 42, y está montado sobre una plataforma 24 que está dispuesta desplazablemente en vaivén sobre parantes 26. Cada capa de conducto en la bobina 30 tiene una pluralidad de espiras de conducto 32. La porción terminal 34 del conducto de la bobina 30, al salir de la capa más interna 36, presenta una curvatura relativamente elevada e inversamente, al salir de la capa última exterior 36 tiene una curvatura reducida. Dado que el alma 13 es tronco-cónica, la curvatura de cada espira 32 varía también en dependencia de su posición vertical entre los bordes 15 y 17. También, la porción final 34 se desplaza en el espacio definido entre los ángulos A y C desde una línea transversal horizontal B, según el diámetro de la capa de la cual el conducto es desenrollado.

Dado que la curvatura de la porción final 34 cambia de dirección a medida que la misma se desplaza del carretel 12 a través del aparato 14, es conveniente referirse a la curvatura como si la misma fuera ya sea positiva o negativa. Arbitrariamente se supondrá a continuación que la porción final 34 que deja la bobina 30 tiene una curvatura positiva con respecto a un eje vertical. Esta curvatura positiva se extiende hasta un punto de inflexión 40. La porción final 34 tiene una curvatura negativa con respecto al punto 40 hasta el doblador y enderezador combinado 18 que recibe la porción final 34 con un ángulo variable entre

387569



los ángulos A y C y con una curvatura positiva variable.

Es una ventaja principal del presente método que, aún cuando el conducto llega al aparato 14 con un ángulo variable y con una curvatura variable, el conducto dejará el aparato 14 con una curvatura constante, un ángulo constante y un trazado de distribución de esfuerzos internos uniforme con respecto al eje longitudinal del conducto.

Esta ventaja importante de la presente invención se obtiene debido a que primeramente se modifica la curvatura positiva variable en una curvatura negativa constante, y luego se modifica la curvatura negativa constante en una curvatura constante que se aproxima a cero. Un conducto con una curvatura cero, tal como se ha definido precedentemente, es un conducto recto.

Un posible aparato doblador y enderezador combinado incluiría zapatas dobladoras, enderezadoras y de guía 50, 52 y 54 respectivamente. Cada zapata con una superficie periférica que se relacionaría con rodamiento con el conducto en movimiento sin deslizamiento. La zapata dobladora 50 primeramente doblaría el conducto hasta una curvatura negativa constante con un radio de curvatura que sería elegido para no exceder el radio de curvatura final del conducto.

Cuando el conducto saliera de la zapata 50, el mismo estaría en alineación con la tangente en un punto 56. Se comprenderá que entre la zapata dobladora 50 y la zapata enderezadora 52, la curvatura del conducto empieza a cambiar de sentido desde un valor negativo hacia un valor positivo en un punto de inflexión 62. La zapata enderezadora 52 estaría ubicada de manera tal sobre la plataforma 24 que la misma no excede el momento doblador

387569



5 final del acero del conducto. Será evidente que las zapatas 50, 52 y 54 funcionan como un enderezador, con la zapata 50 sirviendo también para uniformar los esfuerzos y curvatura residuales y el ángulo de entrada de la porción del conducto desarrollada 34.

10 Después de dejar la zapata de guía 54, el conducto se mueve a lo largo de un camino recto 60 para entrar en el tensionador 42 que incluye dos zapatas tensionadoras antagónicas 302 y 304, respectivamente, provistas de cadenas 46 y 48 que se desplazan en los sentidos 49 para cooperar en la tarea de mantener el conducto bajo tensión, durante la operación de tendido del conducto.

15 Varias estructuras de guía o puntales 70 están provistos de soportes giratorios 71 para guiar el conducto descendente 16 a lo largo de una trayectoria dirigida hacia abajo y suavemente curvada 72 sobre una rampa lateral larga 45. A la plataforma 24 está unida, de cualquier manera adecuada, una varilla de ubicación 500 que se desplaza linealmente en un plano vertical en correspondencia con el movimiento de la plataforma 24. El movimiento vertical de los soportes de guía 71 está sincronizado con el movimiento vertical de la varilla de ubicación 500 mediante un aparato sincronizador 74 que es controlado hidráulicamente desde un conducto hidráulico principal 532. El aparato sincronizador 74 puede ser de cualquier construcción conocida.

25 Habiendo así particularmente descrito y determinado la naturaleza del método y la manera como puede ser llevado a la práctica, se declara que el objeto principal del mismo, en el sentido del Art. 19 de la Ley 111 está definido, en lo que

387569



a su alcance y reivindicación de propiedad y derecho exclusivo se refiere, en las cláusulas que forman parte inseparable de la presente memoria descriptiva y que siguen a continuación.

--- N O T A ---

5

Se reivindica como nuevo y de propia invención:

1. Método para colocar conductos tubulares desde barcazas portacarretes, caracterizado porque, tratándose del tendido sobre el lecho de un cuerpo de agua, y estando arrollado el conducto en la forma de una bobina alrededor del alma de un carretel que está montado giratoriamente sobre la plataforma, y previéndose desenrollar el conducto desde el carretel, y desplazar la porción desenrollada del conducto hacia un cuerpo de agua que se encuentra por encima de la ubicación deseada del conducto sobre dicho lecho, el conducto tubular se dobla plásticamente a medida que  
10 el mismo es desenrollado desde el carretel con un radio de curvatura constante, se endereza el conducto así curvado, y se mantiene el conducto bajo tensión mientras el mismo es enderezado.

15

20

2. Método para colocar conductos tubulares, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el conducto, después de haber sido curvado con dicho radio constante, tiene un trazado de distribución de esfuerzos residuales uniforme con respecto a su eje longitudinal.

25

3. Método para colocar conductos tubulares, de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el conducto es arrollado en la forma de una bobina ahusada.

387569



235

4. METODO PARA COLOCAR CONDUCTOS TUBULARES DESDE BARCAZAS  
PORTACARRETES.

Tal como se describe y reivindica en la presente Me-  
moria Descriptiva, que consta de trece hojas escritas a máquina  
5 por una sola cara y de sus correspondientes dibujos.

Madrid, 23 ENE 1971

*Juando*

387569

387569

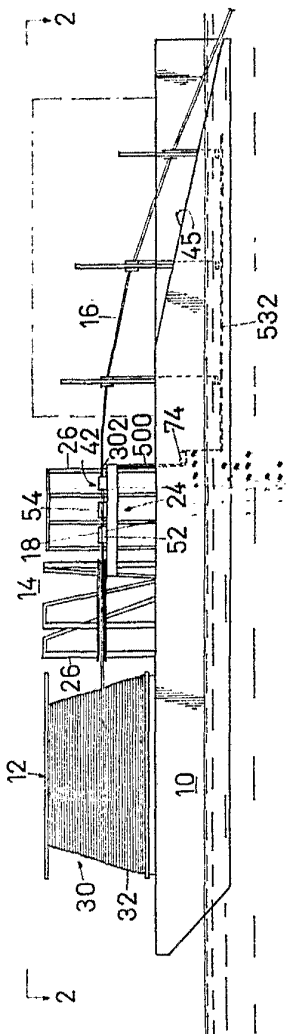


Fig. 1

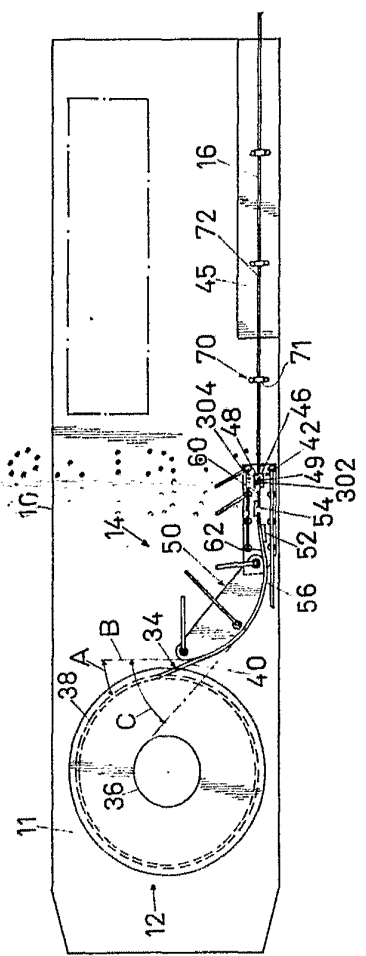


Fig. 2

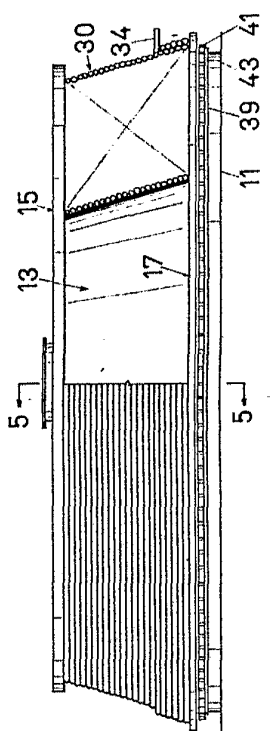


Fig. 3

Madrid, 23 enero 1971

*J. Grand*

387569

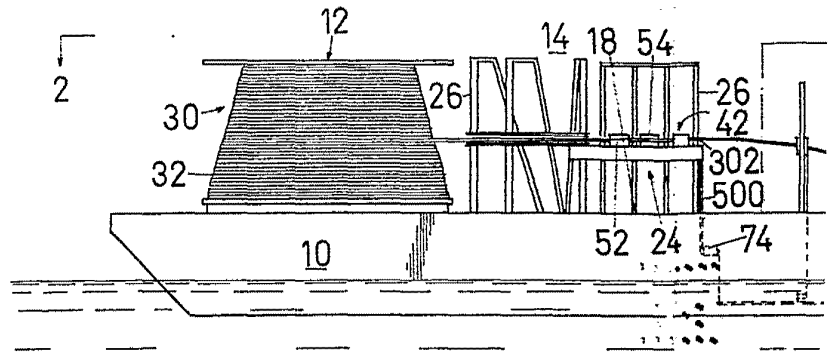


Fig. 1

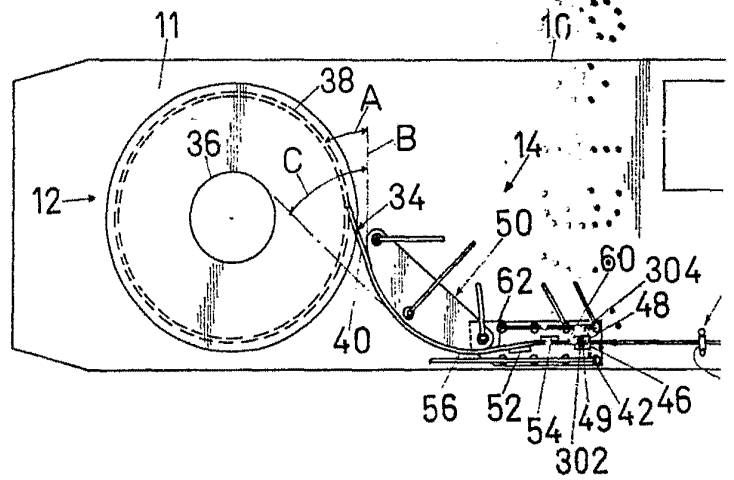


Fig. 2

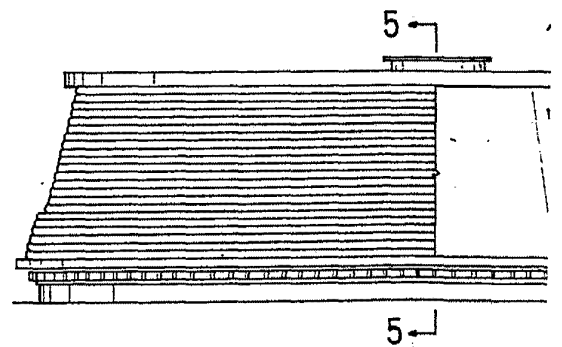
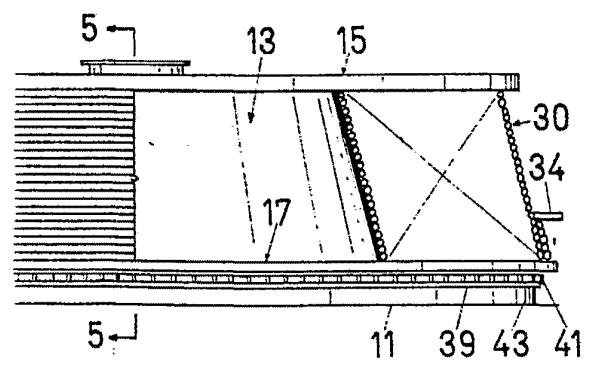
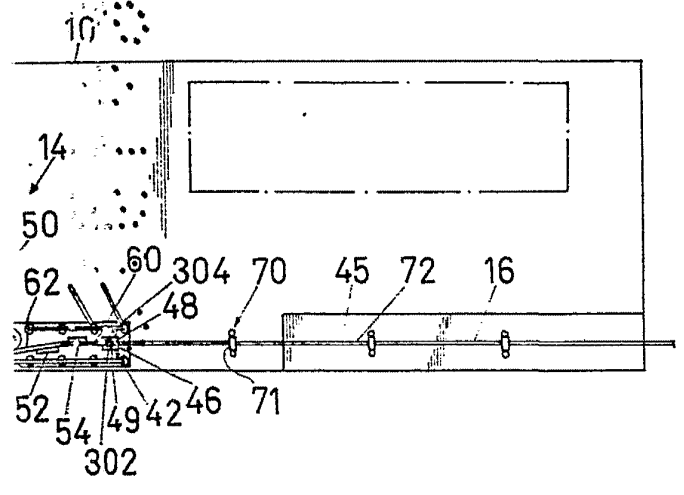
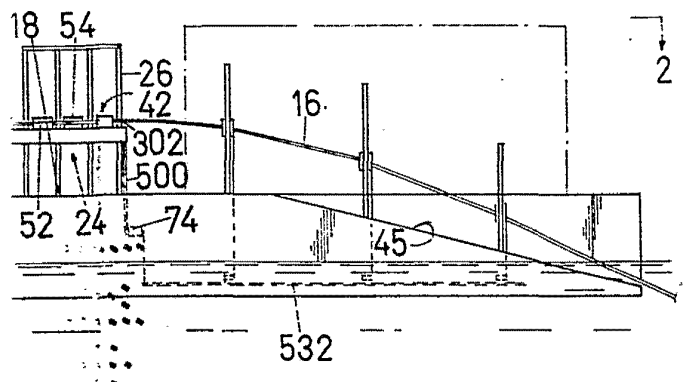


Fig. 3

387569



Madrid, 23 enero 1971

*Juand*