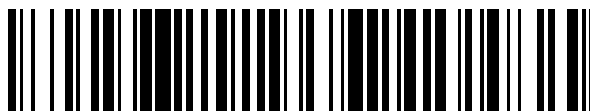


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 451 703**

51 Int. Cl.:

E02F 5/14 (2006.01)

E02F 5/10 (2006.01)

H02G 1/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.08.2009** **E 09785442 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2014** **EP 2361333**

54 Título: **Aparato para excavar zanjas submarinas**

30 Prioridad:

06.08.2008 GB 0814316

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

28.03.2014

73 Titular/es:

IHC ENGINEERING BUSINESS LIMITED (100.0%)
Broomhaugh House Riding Mill
Northumberland NE44 6EG, GB

72 Inventor/es:

MANCHESTER, JONATHAN RALPH

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 451 703 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Aparato para excavar zanjas submarinas

5 La presente invención se refiere a aparatos para excavar una zanja. En particular, pero no exclusivamente, la invención se refiere a aparatos para excavar una zanja submarina para miembros alargados tales como cables o tuberías.

10 Los cables submarinos, cables umbilicales, conducciones y similares, denominados en lo sucesivo en este documento miembros alargados, se disponen típicamente dentro de una zanja para evitar el riesgo de daño, como el que puede ocasionarse por barcos que usen aparatos de pesca de arrastre, anclas y similares. Se solía limitar el requerimiento de enterrar estos miembros alargados a una distancia relativamente corta de la costa y solo en mares poco profundos, pero el incremento en el uso de la pesca de arrastre en aguas profundas y otras actividades submarinas, tales como exploraciones de petróleo y gas ha conducido también al enterramiento de miembros
15 alargados en aguas profundas. La excavación de una zanja puede efectuarse usando chorros de agua a alta velocidad, arados o aparatos de corte mecánico. Los cortadores mecánicos típicamente se requieren en los tipos de terreno más duros.

20 Las máquinas excavadoras de zanjas submarinas a menudo capturan los miembros alargados montados, tales como conducciones, a continuación cavan la zanja, y seguidamente colocan la conducción en la zanja en una sola operación. La conducción tiende a ser rígida y, por lo tanto, la distancia entre el punto de recogida de la conducción delante de la máquina excavadora y el punto de amerizaje detrás de la máquina excavadora puede ser sustancial en relación a la longitud de la máquina excavadora. La zanja típicamente se vuelve a rellenar por la acción natural de las corrientes en el agua durante un periodo de tiempo o por el colapso forzado de la pared de la zanja, o por medios
25 mecánicos que transportan tierra a la zanja.

Los miembros alargados tienden a ser rígidos. Es necesario gradar el fondo de la zanja para asegurar que la tasa de cambio del perfil de la zanja se minimice para reducir los esfuerzos de flexión inducidos por la catenaria sobre los miembros alargados. Por tanto, es de principal importancia para la longevidad de las instalaciones. Es deseable
30 proporcionar aparatos que proporcionen una mejor gradación de la zanja para minimizar los esfuerzos de flexión sobre los miembros alargados.

El documento US 6016616 divulga un sistema basado en tierra que usa un láser montado en el suelo para permitir a un vehículo de apertura de zanjas moverse sobre el suelo para mantener la zanja a una profundidad en relación al
35 haz de láser, independientemente de las condiciones del suelo. Sin embargo, el sistema láser divulgado no es adecuado para uso submarino debido al intervalo ineficaz del haz láser.

El documento US 4280289 divulga una máquina de apertura de zanjas para introducir una conducción en una zanja bajo el lecho de una masa de agua. La máquina de apertura de zanjas está adaptada para conducirse a lo largo de la conducción mediante un conjunto de ruedas motrices delanteras y traseras que ejercen una presión nominal sobre la conducción y comprende boquillas de corte posicionadas sobre soportes ajustables para boquillas para cortar una zanja. La profundidad y tamaño de la zanja pueden variarse elevando o bajando las boquillas de corte desensamblándolas y reensamblándolas a los soportes ajustables para boquillas. Este documento forma la base
40 para los preámbulos de las reivindicaciones 1 y 13.

Los sistemas de soporte de tuberías con reparto de carga son comunes en muchos aparatos de apertura submarina de zanjas. Estos sistemas de soporte se emplean para minimizar los esfuerzos de flexión sobre los miembros alargados mientras la máquina excavadora los transporta antes de colocarlos en la zanja. Los sistemas de soporte no se emplean para controlar la profundidad de la zanja excavada.
45

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención se proporciona un aparato de excavación de zanjas para excavar una zanja y colocar miembros alargados dentro de la zanja excavada, comprendiendo el aparato:

55 un cuerpo móvil que tiene al menos un soporte para el miembro alargado para transportar el miembro alargado; un dispositivo de excavación conectado al cuerpo móvil para excavar la zanja, siendo el dispositivo de excavación ajustable para proporcionar una profundidad de zanja variable; un medio de medición para medir un parámetro relativo al miembro alargado mientras que se soporta por el soporte para el miembro alargado; y
60 un medio de ajuste del dispositivo de excavación que comprenden un medio de control y un accionador donde dicho medio de control, en respuesta a cambios en el parámetro medido, hace que el accionador ajuste la posición del dispositivo de excavación para de este modo variar la profundidad de la zanja excavada.

El aparato de excavación de zanjas puede comprender dos soportes para el miembro alargado. Los dos soportes para el miembro alargado pueden estar separados a lo largo del eje longitudinal del miembro alargado.
65

El medio de medición puede comprender un medio de medición de carga. El parámetro medido puede comprender la carga ejercida sobre al menos un soporte para el miembro alargado por el miembro alargado.

5 Como alternativa, el medio de medición puede comprender un medio de medición de ángulos. El parámetro medido puede comprender el ángulo del miembro alargado mientras se soporta por el soporte para miembros alargados. Como alternativa, el medio de medición puede comprender un medio de medición de desplazamiento. El parámetro medido puede comprender un desplazamiento del miembro alargado mientras se soporta por el soporte para el miembro alargado.

10 El aparato de excavación de zanjas puede ser un aparato de excavación de zanjas submarino. El aparato de excavación de zanjas puede ser remolcable o puede incluir medios de locomoción. El aparato de excavación de zanjas puede funcionar por control remoto. El miembro alargado puede ser una tubería o una conducción.

15 El dispositivo de excavación puede comprender una excavadora mecánica. El dispositivo de excavación puede tener una cuchilla de excavación o arado. El dispositivo de excavación puede extenderse hacia abajo desde el cuerpo móvil a un ángulo de excavación. El dispositivo de excavación puede estar montado pivotantemente al cuerpo móvil. El dispositivo de excavación puede ser pivotante en relación al cuerpo móvil para ajustar el ángulo de excavación para proporcionar una profundidad de zanja variable. Como alternativa, el dispositivo de excavación puede ser linealmente retráctil en relación al cuerpo móvil para proporcionar una profundidad de zanja variable.

20 En una realización particular, cuando el aparato de excavación de zanjas incluye al menos dos soportes para miembros alargados, cada soporte para el miembro alargado puede localizarse en o cerca de un extremo del cuerpo móvil. Uno o ambos soportes para el miembro alargado pueden ser móviles en relación al cuerpo móvil para variar la altura del miembro alargado soportado en relación al nivel del suelo. El o cada soporte para el miembro alargado puede ser pivotante o retráctil en relación al cuerpo móvil. El aparato de excavación de zanjas puede incluir un medio de ajuste del soporte para el miembro alargado adaptados para variar la altura de uno o ambos soportes para el miembro alargado en relación al nivel del suelo en respuesta a cambios en el parámetro medido.

30 El medio de ajuste del dispositivo de excavación comprende un accionador, tal como un motor o una disposición de pistones hidráulicos, para mover el dispositivo de excavación en relación al cuerpo móvil. El medio de ajuste del dispositivo de excavación comprende un controlador. El controlador puede recibir datos del medio de medición y enviar una señal en respuesta al accionador para mover el dispositivo de excavación. Preferentemente, el controlador puede adaptarse para recibir datos de posición relativos a la altura de al menos un soporte para el miembro alargado y enviar una señal al accionador para mover el dispositivo de excavación en respuesta a los datos de posición recibidos.

40 El medio de medición puede comprender una célula de carga proporcionada en uno o más soportes para el miembro alargado. Como alternativa, el medio de medición puede comprender un acelerómetro proporcionado en uno o más soportes para el miembro alargado. El medio de medición también puede incluir un procesador para derivar los datos de carga a partir de los datos de aceleración. Como alternativa, uno o más de los soportes para el miembro alargado pueden comprender un cilindro hidráulico y el medio de medición pueden comprender un medio para derivar los datos de carga a partir de los datos de presión del cilindro. Como alternativa, el medio de medición puede comprender uno o más de diversos medios para derivar datos de parámetros que son conocidos en la técnica.

45 De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un método para excavar una zanja y colocar un miembro alargado dentro de la zanja excavada, comprendiendo el método las etapas de:

50 soportar el miembro alargado usando al menos un soporte para miembros alargados;
excavar la zanja usando un dispositivo de excavación;
medir un parámetro asociado con el miembro alargado mientras se soporta por el uno o más soportes para miembros alargados; y
usar un medio de ajuste del dispositivo de excavación que comprende un medio de control y un accionador para responder a cambios en el parámetro medido y ocasionar el ajuste de la colocación del dispositivo de excavación variando la profundidad de la zanja excavada.

55 El método puede incluir soportar el miembro alargado usando al menos dos soportes para el miembro alargado que están separados a lo largo del eje longitudinal del miembro alargado.

60 El método puede incluir ubicar el dispositivo de excavación entre los dos soportes para el miembro alargado.

El parámetro puede ser la carga ejercida sobre uno o más soportes para el miembro alargado por el miembro alargado.

65 El método puede incluir excavar la zanja bajo el agua. El método puede incluir remolcar el aparato de excavación de zanjas. El método puede incluir hacer funcionar por control remoto el aparato de excavación.

El método puede incluir mover el dispositivo de excavación en relación al cuerpo móvil para proporcionar una profundidad de zanja variable.

El método puede incluir mover uno o más de los soportes para el miembro alargado en relación al cuerpo móvil para variar la altura del miembro alargado soportado en relación al nivel del suelo. El método puede incluir ajustar la altura de uno o más de los soportes para el miembro alargado en relación al nivel del suelo en respuesta a cambios en el parámetro medido.

El método puede incluir medir el parámetro y mover en respuesta el dispositivo de excavación. Como alternativa o además, el método puede incluir ajustar la altura de uno o más de los soportes para el miembro alargado y mover el dispositivo de excavación en respuesta a la variación en altura de uno o ambos soportes para el miembro alargado.

Las realizaciones de la presente invención se describirán a continuación, solo a modo de ejemplo, con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

La Figura 1 es una vista lateral de un aparato de excavación de zanjas.

La Figura 1 muestra un aparato de excavación de zanjas submarinas 10 para excavar una zanja 100 y colocar un miembro alargado en forma de tubería 110 dentro de la zanja excavada 100. El aparato 10 puede ser remolcado a lo largo del nivel del suelo 120 (en el lecho marino) en una dirección de desplazamiento 130 por un vehículo submarino (no mostrado).

El aparato 10 tiene un cuerpo móvil 20 que incluye una plataforma 21 montada en un raíl continuo 22 y un sistema de rodillos 24. El cuerpo móvil 20 tiene un extremo delantero y un extremo trasero con respecto a la dirección de desplazamiento 130. Montado sobre la plataforma 21, en cada extremo del cuerpo móvil 20, hay un soporte para el miembro alargado 30 para transportar la tubería 110. Los dos soportes para el miembro alargado 30 están por tanto separados a lo largo del eje longitudinal de la tubería 110 y, equivalentemente, están separados en la dirección de desplazamiento 130 del aparato 10.

Un dispositivo de excavación 40 en forma de una cuchilla de corte mecánica se conecta pivotante a través de un punto de pivote 42 al cuerpo móvil 20 para excavar la zanja 100. El dispositivo de excavación 40 se extiende hacia abajo desde el cuerpo móvil a un ángulo de excavación α . El medio de ajuste del dispositivo de excavación que comprende un accionador en forma de una disposición de pistones hidráulicos (no mostrado) se proporciona para mover el dispositivo de excavación 40 en relación al cuerpo móvil 20. El dispositivo de excavación 40 puede pivotar sobre el punto de pivote 42 para variar el ángulo de excavación α y así la profundidad de la zanja D_d .

El medio de medición en forma de una célula de carga (no mostrada) se proporciona en cada soporte para el miembro alargado 30 para medir un parámetro, que es la carga ejercida en cada soporte para el miembro alargado por la tubería 110.

Cuando el aparato 10 está nivelado en el lecho marino, la carga ejercida por la tubería 110 en cada soporte para el miembro alargado 30 será sustancialmente igual debido a las operaciones de equilibrado de la carga y, por lo tanto, se minimizará el esfuerzo de flexión sobre la tubería 110 al ser transportada. Sin embargo, al moverse el aparato 10 por el lecho marino, el aparato 10 tenderá a inclinarse hacia arriba (considerando el extremo delantero del aparato 10) o hacia abajo dependiendo de la topografía del lecho marino. La inclinación hacia arriba del aparato 10 causará un aumento de la carga L_f sobre el soporte para el miembro alargado 30 delantero y un descenso de la carga L_a sobre el soporte para el miembro alargado 30 trasero. De forma similar, una inclinación hacia abajo del aparato 10 causará un aumento de la carga L_a sobre el soporte para el miembro alargado 30 trasero y un descenso de la carga L_f sobre el soporte para el miembro alargado 30 delantero. En ambos casos, el esfuerzo de flexión en la tubería 110 al ser transportada aumentará debido a un aumento en la fuerza de reacción desde uno de los soportes para el miembro alargado 30.

También, sobre largos lechos marinos cuasi estáticos, el aparato 10 y, consecuentemente, tanto el soporte para el miembro alargado delantero como el trasero, pueden elevarse o descender a la vez a medida que el lecho marino ascienda o descienda, con una carga diferencial mínima entre los dos soportes para el miembro alargado. Sin embargo, la carga total en ambos soportes para el miembro alargado aumentará a medida que el lecho marino ascienda, o disminuirá a medida que el lecho marino descienda. En el caso de que aumente la carga total, el esfuerzo de flexión de la tubería 110 al transportarse aumentará de nuevo.

Para acomodar esto, cada soporte para el miembro alargado 30 se puede mover hacia arriba o hacia abajo en relación al cuerpo móvil 20 para variar la altura de la tubería 110 soportada en relación al nivel del suelo 120. El medio de ajuste del soporte para el miembro alargado en forma de un accionador (no mostrado) puede variar la altura de cada soporte para el miembro alargado 30 en relación al nivel del suelo 120 en respuesta a cambios en la señal de carga medida generada por las células de carga.

Quando el aparato 10 se inclina hacia arriba, el soporte para el miembro alargado 30 delantero se moverá hacia abajo para disminuir la altura H_f del soporte para el miembro alargado 30 delantero, y el soporte para el miembro alargado 30 trasero se moverá hacia arriba para aumentar la altura H_a del soporte para el miembro alargado 30 trasero, de tal forma que la altura de la tubería soportada 110 es sustancialmente la misma en cada soporte para el miembro alargado 30. Será evidente para el lector con conocimientos en la materia que la variación de la altura de cada soporte para el miembro alargado 30 es proporcional (o inversamente proporcional) al cambio en la orientación del cuerpo móvil 20 desde la horizontal a medida que el aparato 10 se mueve hacia arriba o hacia abajo.

De manera similar, cuando el aparato 10, y en consecuencia tanto el soporte para el miembro alargado delantero como el trasero, se eleva a medida que el lecho marino se eleva, tanto el soporte para el miembro alargado 30 delantero como el trasero se moverán hacia abajo para disminuir la altura de ambos soportes 30. Esto disminuirá la carga total en ambos soportes para el miembro alargado 30.

O bien el cambio real en la orientación del cuerpo móvil 20 (que puede derivarse de cambios en la carga medida en los soportes para el miembro alargado 30), o el cambio en la carga total en los soportes para el miembro alargado 30, o el cambio resultante en la altura de cada soporte para el miembro alargado 30 puede usarse para producir una zanja 100 adecuadamente gradada que minimice los esfuerzos de flexión sobre las tuberías 110 una vez que se han colocado en la zanja 100. Por lo tanto, el aparato 10 incluye un medio de ajuste del dispositivo de excavación que está adaptado para variar la profundidad D_d de la zanja 100 excavada en respuesta a cambios en uno de estos parámetros (por tanto, la profundidad D_d se varía tanto directa como indirectamente en respuesta a cambios en la carga medida en los soportes para el miembro alargado 30).

En una realización particular, una inclinación ascendente del lecho marino causa un movimiento hacia arriba del aparato 10 que causa un aumento de la carga L_f en el soporte para el miembro alargado 30 delantero, y una disminución en la carga L_a en el soporte para el miembro alargado 30 trasero. Un controlador (no mostrado) recibe los datos de carga del medio de medición de carga, filtra estos datos para eliminar picos causados por vibraciones y posteriormente determina el cambio medio en la carga. El controlador a continuación envía una señal para disminuir proporcionalmente la altura H_f del soporte para el miembro alargado 30 delantero e incrementar la altura H_a del soporte para el miembro alargado 30 trasero. El controlador también envía una señal para pivotar el dispositivo de excavación 40 en el sentido de las agujas del reloj, tal como se muestra en la Figura 1, para aumentar el ángulo de excavación D_a y así la profundidad de la zanja D_d . El grado de pivotado corresponde al cambio en la orientación del aparato 10.

El controlador puede usar un algoritmo interno o consultar una tabla de referencia en una memoria asociada para obtener el grado de pivotado requerido. Filtrar los datos de carga producirá cierta gradación gradual de la zanja 100 que se requiere para minimizar los esfuerzos de flexión en la tubería 110 cuando esté en la zanja 100. Sin embargo, un filtrado posterior o algoritmos de suavizado pueden mejorar la gradación de la zanja 100. El modo y grado de filtrado puede seleccionarse para filtrar datos para eliminar picos de vibraciones pero no ondulaciones breves que representan movimiento real del aparato 10 tales como cuando el aparato 10 se desplaza sobre una roca. Si el aparato 10 no reacciona a estas ondulaciones breves, las ondulaciones podrían producirse en el fondo de la zanja excavada, lo cual puede aumentar los esfuerzos de flexión sobre la tubería 100.

En el proceso continuo de apertura de zanjas la carga total aplicada a ambos soportes para el miembro alargado es constante:

$$L_T = L_F + L_A \quad \text{con} \quad L_A = L_F$$

Esta carga, cuando está equilibrada entre los dos soportes para el miembro alargado, mantendrá la posición de la tubería 110 en relación al suelo.

En condiciones cuasi estáticas, la altura media permanece constante.

$$\bar{H}_{\text{cuasi estática}} = \left(\frac{H_F + H_A}{2} \right)_{\text{cuasi estática}}$$

Por tanto, a medida que el aparato 10 se mueve sobre un terreno rugoso, las alturas de los soportes para el miembro alargado 30 se alteran para mantener el reparto de cargas y, por tanto, la posición relativa de la tubería 110 al suelo.

$$\bar{H}_{\text{instantánea}} = \left(\frac{H_F + H_A}{2} \right)_{\text{instantánea}}$$

Si la $\bar{H}$ disminuye para una carga total L_t dada, esto implica que el aparato 10 está elevándose con respecto a la tubería 110. Si el dispositivo de excavación 40 se ubica directamente entre los soportes para el miembro alargado 30

entonces el dispositivo de excavación 40 tiene que aumentar su profundidad, para compensar el movimiento del aparato 10, para mantener la gradación del fondo de la zanja mediante la diferencia.

$$D_{\text{instantánea}} = D_d + H_{\text{cuasi estática}} - H_{\text{instantánea}}$$

5 Al medir la posición relativa de la tubería 110 con respecto al aparato 10 que incluye, pero no está restringido a, reacciones a la carga del soporte para el miembro alargado y alturas relativas del soporte para el miembro alargado 30, es posible ajustar la profundidad efectiva del dispositivo de excavación 40 para tener en cuenta la elevación y el movimiento vertical del aparato 10 sobre la topografía local del lecho marino.

10 Es además posible determinar el movimiento del lecho marino antes de que el lecho marino tenga un efecto directo sobre el aparato 10. Usando esta información acerca de la topografía del lecho marino, es posible suavizar los cambios de gradación alterando la profundidad de excavación D_d . Es también posible ajustar el cabeceo y alabeo del sistema de apertura de zanjas midiendo la posición transversa relativa y las cargas de la tubería 110 al aparato 15 10.

Aunque se han descrito anteriormente realizaciones específicas de la presente invención, se apreciará que las variaciones de las realizaciones descritas pueden estar comprendidas dentro del alcance de la presente invención. Por ejemplo, se puede medir únicamente la carga de uno de los soportes para el conducto 30. De manera similar, se puede variar únicamente la altura de uno de los soportes para el conducto 30. 20

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de excavación de zanjas (10) para excavar una zanja y colocar un miembro alargado (110) dentro de la zanja excavada, comprendiendo el aparato:

un cuerpo móvil (20) que tiene al menos un soporte para el miembro alargado (30) para transportar el miembro alargado (110);
un dispositivo de excavación (40) conectado al cuerpo móvil (20) para excavar la zanja, siendo el dispositivo de excavación (40) ajustable para proporcionar una profundidad de zanja variable;
un medio de medición para medir un parámetro relacionado con el miembro alargado (110) mientras se soporta por el soporte para el miembro alargado (30); y **caracterizado por**
un medio de ajuste del dispositivo de excavación que comprende un medio de control y un accionador, donde dicho medio de control, en respuesta a cambios en el parámetro medido, causa que el accionador ajuste la posición del dispositivo de excavación (40) para así variar la profundidad de la zanja excavada.

2. Un aparato de excavación de zanjas (10) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende dos soportes para el miembro alargado (30), y donde los dos soportes para el miembro alargado están separados a lo largo del eje longitudinal del miembro alargado (110).

3. Un aparato de excavación de zanjas (10) de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, donde el medio de medición comprende un medio de medición de carga, y donde el parámetro medido comprende la carga ejercida sobre al menos un soporte para el miembro alargado (30) por el miembro alargado (110); y/o el medio de medición comprende un medio de medición de ángulos, y donde el parámetro medido comprende el ángulo del miembro alargado mientras se soporta por el soporte para el miembro alargado (30); y/o el medio de medición comprende un medio de medición del desplazamiento, y donde el parámetro medido comprende un desplazamiento del miembro alargado mientras se soporta por el soporte para el miembro alargado (30).

4. Un aparato de excavación de zanjas (10) tal como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el aparato de excavación de zanjas es un aparato de excavación de zanjas submarinas y, preferentemente, donde el aparato de excavación de zanjas es remolcable o incluye medios de locomoción.

5. Un aparato de excavación de zanjas (10) tal como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el miembro alargado (110) comprende una tubería o conducción.

6. Un aparato de excavación de zanjas (10) tal como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el dispositivo de excavación (40) comprende una excavadora mecánica.

7. Un aparato de excavación de zanjas (10) tal como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el dispositivo de excavación (40) se extiende hacia abajo desde el cuerpo móvil (20) a un ángulo de excavación.

8. Un aparato de excavación de zanjas (10) de acuerdo con la reivindicación 7, donde el dispositivo de excavación (40) se monta pivotantemente al cuerpo móvil (20) y es pivotante en relación al cuerpo móvil para ajustar el ángulo de excavación para proporcionar una profundidad de zanja variable.

9. Un aparato de excavación de zanjas (10) de acuerdo con la reivindicación 2, donde cada soporte para el miembro alargado (30) se localiza en o cerca de un extremo del cuerpo móvil.

10. Un aparato de excavación de zanjas (10) de acuerdo con las reivindicaciones 2 o 9, donde uno o ambos soportes para el miembro alargado (30) son móviles en relación al cuerpo móvil (20) para variar la altura del miembro alargado soportado en relación al nivel del suelo.

11. Un aparato de excavación de zanjas (10) de acuerdo con la reivindicación 10, que incluye un medio de ajuste del soporte para el miembro alargado adaptados para variar la altura de uno o ambos soportes para el miembro alargado (30) en relación al nivel del suelo en respuesta a cambios en el parámetro medido.

12. Un aparato de excavación de zanjas (10) de acuerdo con la reivindicación 1, donde el medio de control está adaptado para recibir datos de posición relativos a la altura de al menos un soporte para el miembro alargado (30) y para enviar una señal para mover el dispositivo de excavación (40) en respuesta a los datos de posición recibidos.

13. Un método para excavar una zanja y colocar un miembro alargado (110) dentro de la zanja excavada, comprendiendo el método las etapas de:

soportar el miembro alargado (110) usando al menos un soporte para el miembro alargado (30);
excavar la zanja usando un dispositivo de excavación (40);
medir un parámetro asociado con el miembro alargado (110) mientras se soporta por el uno o más soportes para

el miembro alargado (30); y

caracterizado por que usa un medio de ajuste del dispositivo de excavación que comprende un medio de control y un accionador para responder a cambios en el parámetro medido y causar el ajuste de la posición del dispositivo de excavación (40) variando la profundidad de la zanja excavada.

- 5
14. Un método de acuerdo con la reivindicación 13, que incluye soportar el miembro alargado (110) usando al menos dos soportes para el miembro alargado (30) que están separados a lo largo del eje longitudinal del miembro alargado (110).
- 10
15. Un método de acuerdo con la reivindicación 14, que incluye ubicar el dispositivo de excavación (40) entre los dos soportes para el miembro alargado (30).
- 15
16. Un método tal como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 13 a 15, que incluye mover el dispositivo de excavación (40) en relación al cuerpo móvil (20) para proporcionar una profundidad de zanja variable.
- 20
17. Un método tal como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 13 a 16, que incluye mover uno o más de los soportes para el miembro alargado (30) en relación al cuerpo móvil (20) para variar la altura del miembro alargado (110) soportado en relación al nivel del suelo; y/o que incluye ajustar la altura de uno o más de los soportes para el miembro alargado (30) en relación al nivel del suelo en respuesta a cambios en el parámetro medido; y/o que incluye ajustar la altura de dichos uno o más soportes para el miembro alargado (30) y mover el dispositivo de excavación (40) en respuesta a la variación en altura de uno o ambos soportes para el miembro alargado.

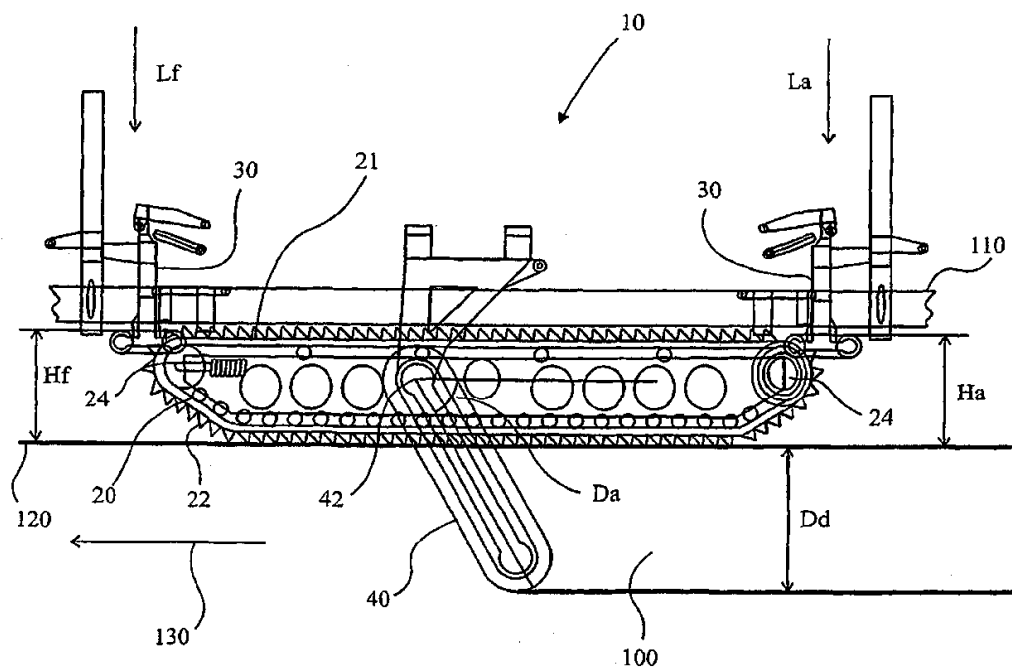


Fig. 1