



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 343 627**

51 Int. Cl.:
E02D 3/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04701363 .6**

96 Fecha de presentación : **12.01.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1713980**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.10.2006**

54 Título: **Procedimiento y máquina de compactación dinámica del suelo.**

73 Titular/es: **SOLETANCHE FREYSSINET**
133 boulevard National
92500 Rueil Malmaison, FR

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
05.08.2010

72 Inventor/es: **Morizot, Jean-Claude**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
05.08.2010

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

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

Procedimiento y máquina de compactación dinámica del suelo.

5 Antecedentes de la invención

La presente invención versa acerca de técnicas de compactación dinámica del suelo. Se utilizan estas técnicas para mejorar las características estructurales del suelo, en particular antes de construir trabajos de construcción.

10 Un tratamiento de compactación dinámica densifica el suelo hasta grandes profundidades por medio de ondas de energía muy elevada. Implica grandes cargas, normalmente desde 10 a 100 toneladas, que caen desde una altura de típicamente 10 a 40 metros. La distribución de los puntos de impacto sobre el suelo y los otros parámetros del tratamiento (energías, sincronización, periodos de descanso) dependen de las características de la tierra que va a ser tratada y posiblemente de los resultados de las mediciones obtenidos en una zona de prueba. Estos parámetros son
15 determinados con antelación en base a las características deseadas del suelo.

Se utiliza frecuentemente dicho tratamiento del suelo para los cimientos de edificios, o para estabilizar grandes áreas de terraplenado o de tierra suelta.

20 Se pueden diferenciar dos tipos generales de procedimientos de compactación dinámica del suelo:

1) *Procedimiento con cables seguidores*

Con frecuencia, las palas de cable utilizadas para tareas con pala de cable de arrastre están equipadas con cabrestantes que tienen un medio de acoplamiento que proporciona una función denominada “caída libre”. Se puede utilizar dicha máquina para una compactación dinámica del suelo, al fijar la carga de compactación a uno o más cables de cabrestante. Después del accionamiento de los cabrestantes para elevar la carga hasta la altura deseada, se liberan los cabrestantes y la carga cae, moviendo el cable y el tambor del cabrestante detrás de la misma. Después del impacto, se frenan los cabrestantes para detener su giro, se traccionan de nuevo los cables y se reanuda un nuevo ciclo.

30 Una deficiencia de ese procedimiento es que, con las máquinas de ingeniería civil disponibles en el mercado, se observa que la energía transmitida al suelo con el impacto es únicamente del 50 al 60% de la energía potencial acumulada cuando se eleva la carga. Esta eficacia reducida es debida a pérdidas de fricción y a la inercia de los cables y de los cabrestantes. Dicho procedimiento solo puede aplicarse al utilizar un único cable por cabrestante (sin multiplicación del esfuerzo del cabrestante) y una única capa de cables en el tambor del cabrestante. En la práctica, esto limita la altura de caída a aproximadamente 25 m y las cargas de compactación a aproximadamente 25 toneladas. En consecuencia, la energía de impacto unitario es como mucho de $60\% \times 25.000 \times 9,81 \times 25 \approx 3.700 \text{ kJ}$.

2) *Procedimiento de caída libre*

40 Para paliar la baja eficacia de caída del anterior procedimiento, una posibilidad es utilizar una máquina de elevar pesos equipada con un dispositivo de conexión que puede ser liberado cuando está cargado y que se interpone entre la carga de compactación y los cables, como se da a conocer, por ejemplo, en el documento JP59145816. Dicho dispositivo de conexión puede ser del tipo de gancho, como el que se utiliza para un remolque. También puede ser una pinza hidráulica diseñada especialmente. Se eleva la carga de compactación hasta la altura deseada en la que se detienen los cabrestantes, y luego el gancho o la pinza liberan la carga que realmente cae libremente.

La ventaja principal de ese procedimiento es su alta eficacia dado que la energía de impacto es igual a la energía potencial producida por la acción de elevación. Además, es posible utilizar sistemas de enhebrado para multiplicar la fuerza de tracción aplicada por los cabrestantes. También es posible utilizar más de una capa de cables en el tambor del cabrestante. La energía de impacto está limitada básicamente por la estabilidad de la máquina de elevar peso cuando está cargada. Sin embargo, el procedimiento también tiene un número de inconvenientes. Cuando se liberan los medios de conexión, la energía elástica acumulada dentro de la máquina y en los cables cuando se eleva la carga se transmite de repente al dispositivo de conexión, principalmente por medio de la reacción de los cables. Se impulsa hacia arriba con una energía considerable a las piezas móviles que consisten en el dispositivo de conexión y posiblemente en el sistema de enhebrado. Dicha reacción puede provocar diversos problemas, tal como el descarrilamiento de los cables, impactos sobre la estructura de la grúa, etc. Se debe compensar este fenómeno, bien al aumentar el peso de las piezas móviles hasta aproximadamente el 20% del peso de la carga de liberación, en detrimento de la eficacia total, o al utilizar amarres externos para limitar los movimientos del dispositivo de conexión.

60 Además, el descenso del dispositivo de conexión para una nueva conexión con la carga en el suelo lleva una cantidad significativa de tiempo, dado que depende de la capacidad de velocidad de los cabrestantes descargados, que es normalmente baja. En el mejor de los casos, se puede esperar un tiempo de descenso del mismo orden que el tiempo de elevación. Por lo tanto, este segundo procedimiento lleva relativamente bastante tiempo.

65 Un objetivo de la presente invención es aminorar los inconvenientes mencionados anteriormente de la técnica anterior.

Resumen de la invención

Por lo tanto, la invención propone un procedimiento de compactación del suelo, que comprende las etapas de:

- 5 - fijar al menos un cable de una carga que se encuentra en el suelo, mediante medios de conexión que pueden ser liberados;
- aplicar una fuerza de tracción al cable para elevar la carga hasta una altura preestablecida;
- 10 - reducir dicha fuerza de tracción para iniciar un movimiento descendente de la carga seguida del cable; y
- liberar los medios de conexión mientras que se mueve hacia abajo la carga.

15 La elevación se lleva a cabo por uno o varios cabrestantes del tipo de “caída libre” (como en los procedimientos anteriores con un cable seguidor), con el uso posible de cuadernales para multiplicar el esfuerzo del cabrestante. Se cuelga la carga de compactación del bloque inferior o directamente de los cables del cabrestante mediante medios de conexión que pueden ser liberados, por ejemplo de tipo gancho o pinza. Se liberan los medios de conexión una vez que han alcanzado una cierta velocidad descendente, de forma que no se arroja hacia arriba la parte de conexión que permanece fijada al cable. Esto evita daños a la estructura, sin requerir sistemas externos de amarre. Además,

20 la velocidad descendente de los medios de conexión y el cable cuando se libera la carga reduce el tiempo necesario para devolver los medios de conexión de nuevo a su posición sobre la carga, después de que ha caído sobre el suelo.

Otro aspecto de la presente invención versa acerca de una máquina de compactación del suelo, que comprende un 25 brazo de grúa, un medio de cabrestante, al menos un cable que se extiende desde el medio de cabrestante en torno a una polea de desviación encima del brazo de grúa, medios de conexión que pueden ser liberados para conectar el cable con una carga, y un medio de control para accionar el medio de cabrestante para elevar la carga desde el suelo hasta una altura preestablecida, reduciendo una fuerza de tracción aplicada por el medio de cabrestante para iniciar un movimiento descendente de la carga seguida por el cable. Esta máquina se caracteriza porque comprende una unidad 30 de control para controlar la liberación de los medios de conexión en respuesta a la detección de una condición de liberación mientras que se mueve la carga hacia abajo.

Breve descripción de los dibujos

35 Las Figuras 1 a 4 son vistas esquemáticas en alzado de una máquina de compactación dinámica del suelo en distintas etapas de un procedimiento según la invención.

La Figura 5 es una vista esquemática de un ejemplo de medios de conexión que se pueden liberar que pueden ser 40 utilizados en dicha máquina.

Descripción de las realizaciones preferentes

45 La máquina de compactación del suelo mostrada en las figuras 1-4 tiene una estructura 1 de vehículo que soporta un brazo 2 de grúa. Se utilizan uno o más cables 3 para elevar una carga pesada 4 (> 10 toneladas) desde el nivel del suelo hasta un nivel predeterminado de caída H0 (> 10 m). Cada cable 3 de elevación está enrollado en el tambor de un cabrestante 5 montado en la estructura 1, y es desviado por una polea 6 encima del brazo 2 de grúa.

50 Hay interpuesto un dispositivo 7 de conexión que se puede liberar, mostrado esquemáticamente en las figuras 1-4, entre el o los cables 3 de elevación y la carga 4 de compactación.

En la realización ilustrada por las figuras 1-4, la máquina incluye, además, un sistema 8 de enhebrado que recibe el cable 3 de elevación entre la polea 6 de desviación y el dispositivo 7 de conexión que se puede liberar. Dicho sistema 8 55 puede incluir un cuadernal superior 9 montado cerca de la parte superior del brazo 2 de grúa y un cuadernal inferior 10 cuya estructura está conectada al dispositivo 7 de conexión. Los cuadernales 9, 10 reciben el cable 3 para multiplicar el esfuerzo de elevación aplicado por el cabrestante 5.

Se apreciará que, en otras realizaciones de la invención, se puede fijar directamente el cable 3 de elevación al 60 dispositivo 7 de conexión que se puede liberar.

En la figura 5 se ilustra una realización ejemplar del dispositivo de conexión que se puede liberar. En esa realización, la superficie superior de la carga de compactación está dotada de un receptáculo 12 adaptado para recibir una pinza hidráulica 13. El receptáculo 12 tiene una abertura central ancha que tiene una porción superior cónica que se 65 ahúsa hacia fuera hacia la superficie superior para centrar la pinza 13, según se hace descender para colocarla de forma correcta dentro del receptáculo. En la parte inferior del receptáculo 12, su abertura central se ensancha para definir un rebaje 14 adecuado para recibir la pinza 13.

ES 2 343 627 T3

La pinza 13 tiene un collar 15 de fijación para su conexión al cuadernal inferior 10 del sistema 8 de enhebrado (o directamente al cable 3). Una pluralidad de miembros 16 de garra está articulada en la parte inferior del collar 15 de fijación. Estos miembros 16 de garra están dispuestos de forma simétrica en torno a un eje vertical. En su parte inferior, su forma externa es cónica para coincidir con la del rebaje 14 proporcionado en el receptáculo 12. Se acciona cada par de miembros opuestos 16 de garra por medio de una garra hidráulica 17 por medio de un mecanismo de palanca. Ese mecanismo incluye un par de vástagos 18, articulado cada uno en su extremo externo en uno de los miembros 16 de garra en torno a un eje horizontal. Los dos vástagos 18 también están articulados entre sí en torno a un eje horizontal que cruza el eje vertical de simetría del dispositivo 7. El gato 17 está dispuesto verticalmente. Su expansión reduce el punto de articulación entre los dos vástagos 18, alejando de esta manera los miembros 16 de garra entre sí hasta una posición de fijación en la que están presionados contra el receptáculo 12 dentro del rebaje 14. El retroceso del gato 17 eleva el punto de articulación entre los dos vástagos 18, que acerca los miembros 16 de garra entre sí para liberar la conexión al permitir la separación entre la pinza 13 y el receptáculo 12.

Se acciona el gato 17 de la pinza 13 que puede ser liberada por medio de una unidad (no mostrada) de control para proporcionar la secuencia de funcionamiento descrita a continuación, en cooperación con el cabrestante 5.

Una vez se han determinado el patrón de impactos sobre el suelo y la secuencia de impactos, se ponen la máquina y la carga 4 en una primera posición. Se hace descender la pinza 13 y se controla para agarrar la carga 4 que se encuentra en el suelo, como se muestra en la figura 1. Entonces, se energiza el cabrestante 5 de forma que se eleve la carga 4 hasta la altura predeterminada H_0 , como se muestra en la figura 2.

En ese momento, se ha acumulado una energía potencial importante $M \times g \times H_0$, en la que M representa el peso de la carga 4. Idealmente, se transmitiría el 100% de esa energía potencial al suelo cuando se deja caer la carga. Además, en la posición de la figura 2, se ha acumulado una energía elástica significativa en el cable 3 de elevación y en la estructura de la máquina, en particular en el brazo 2 de grúa.

El movimiento descendente de la carga desde la posición mostrada en la figura 2 se lleva a cabo en dos fases.

En la primera fase, se controla el cabrestante 5 de forma que se permite que se desenrolle su tambor, y no se libera aún la pinza 13. Esto elimina o reduce mucho la fuerza de tracción aplicada por el cabrestante 5. La primera fase se lleva a cabo hasta que la carga 4 ha alcanzado una cierta velocidad descendente v , como se muestra en la figura 3. En ese momento, se inicia la segunda fase al liberar la pinza 13, permitiendo de esta manera que caiga libremente la carga 4 al suelo.

Dado que la carga 4 y la pinza 13 ya tienen una cierta velocidad v cuando se libera la pinza, no se impulsan hacia arriba la pinza 13 y la parte inferior 10 del sistema 8 de enhebrado por la liberación repentina de la energía elástica acumulada en el cable 3 y en el brazo 2 de grúa. Esto evita los inconvenientes de los procedimientos de caída libre conocidos anteriormente.

En la segunda fase, se detiene el giro del tambor 5 del cabrestante mediante un medio adecuado (no mostrado) de acoplamiento para controlar la velocidad descendente v' del dispositivo 7 de conexión, según se hace descender hacia la carga 4. Esto hace que sea posible ajustar el tiempo necesario para volver a conectar la pinza 13 a la carga 4, y optimizar de esta manera el tiempo del ciclo.

Una vez se ha vuelto a conectar la pinza 13, se puede llevar a cabo otro ciclo, en la misma posición en el suelo o después de mover la máquina y la carga de forma lateral.

Hay diversas formas para que la unidad de control determine cuándo se debería liberar la pinza 13 una vez se ha iniciado el movimiento descendente de la carga.

En una realización sencilla, se libera el dispositivo 7 de conexión (por ejemplo, al retraer el gato hidráulico 17 mostrado en la figura 5) un tiempo predeterminado 1 después de que se haya permitido desenrollarse al tambor 5 del cabrestante.

De forma alternativa, el dispositivo de conexión puede estar dotado de un sensor de posición. Entonces, se libera el dispositivo 7 una vez ha recorrido una cierta distancia h hacia abajo (o de forma equivalente una vez se ha alcanzado la altura H_0-h).

En otra alternativa, el dispositivo 7 de conexión está dotado de un sensor de velocidad que monitoriza la velocidad de caída de la carga en la primera fase. Entonces, la condición de liberación es que la velocidad detectada de caída alcance el umbral predeterminado v , retrayéndose el gato 17 en respuesta a la detección de esa condición por la unidad de control.

Los órdenes normales de magnitud para los umbrales mencionados anteriormente son $t \approx 0,5$ s, $h \approx 1$ m, $v \approx 4$ m/s. Dado que la altura de elevación H_0 es normalmente más de 10 metros (por ejemplo, $H_0 = 25$ m), se ve que la carga 4 de compactación no pierde más que un porcentaje pequeño de su energía potencial en la primera fase del ciclo, en la que también adquiere una cierta velocidad descendente v . Por lo tanto, la energía total transmitida al suelo con el impacto será muy cercana a la energía potencial inicial. Esto significa que la eficacia del procedimiento es

ES 2 343 627 T3

bastante importante, experimentándose la inercia del cabrestante y de la estructura únicamente en la breve primera fase.

5 Se consigue tal eficacia elevada sin poner en peligro la estructura al impulsar hacia arriba la pinza 13, el cable y el cuadernal 10 cuando se deja caer la carga 4 y con un tiempo relativamente breve de ciclo.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de compactación del suelo, que comprende las etapas de:

- fijar al menos un cable (3) a una carga (4) tendida sobre el suelo, mediante medios (7) de conexión que pueden ser liberados;
- aplicar una fuerza de tracción al cable (3) para elevar la carga (4) hasta una altura preestablecida (H0);
- reducir dicha fuerza de tracción para iniciar un movimiento descendente de la carga (4) seguido del cable (3); y
- liberar los medios (7) de conexión mientras se mueve la carga hacia abajo.

2. El procedimiento como se reivindica en la reivindicación 1, en el que el cable (3) se extiende en torno a una polea (6) de desviación encima de un brazo (2) de grúa, entre los medios (7) de conexión que pueden ser liberados y un cabrestante (5) utilizado para aplicar la fuerza de tracción.

3. El procedimiento como se reivindica en la reivindicación 2, que comprende, además, la etapa de detener el cable en el cabrestante (5) una vez se han liberado los medios (7) de conexión, para controlar el movimiento descendente de una porción de los medios de conexión que permanecen conectados al cable (3).

4. El procedimiento como se reivindica en la reivindicación 2, en el que el cable se extiende, además, a través de un sistema de enhebrado (8) entre la polea de desviación y los medios de conexión que pueden ser liberados.

5. El procedimiento como se reivindica en la reivindicación 1, en el que se liberan los medios de conexión un tiempo predeterminado después del inicio del movimiento descendente.

6. El procedimiento como se reivindica en la reivindicación 1, en el que se liberan los medios de conexión en respuesta a la detección de una condición de que una velocidad de caída de la carga alcanza un umbral predeterminado.

7. El procedimiento como se reivindica en la reivindicación 1, en el que se liberan los medios de conexión en respuesta a la detección de una condición de que la carga se encuentra a una altura especificada.

8. El procedimiento como se reivindica en la reivindicación 1, en el que la carga (4) tiene un peso de al menos 10 toneladas, y dicha altura especificada (H0) es de al menos 10 metros.

9. Una máquina de compactación del suelo, que comprende:

- un brazo (2) de grúa;
- un medio (5) de cabrestante;
- al menos un cable (3) que se extiende desde el medio de cabrestante en torno a una polea (6) de desviación encima del brazo de grúa;
- medios (7) de conexión que pueden ser liberados para conectar el cable a una carga (4); y
- un medio de control para accionar el medio de cabrestante y elevar la carga desde el suelo hasta una altura preestablecida (H0), reducir una fuerza de tracción aplicada por el medio de cabrestante para iniciar un movimiento descendente de la carga seguido por el cable,

caracterizada porque dicha máquina de compactación del suelo comprende una unidad de control para controlar la liberación de los medios (7) de conexión en respuesta a la detección de una condición de liberación mientras se mueve la carga hacia abajo.

10. La máquina como se reivindica en la reivindicación 9, que comprende, además, un medio de detención que coopera con el medio de cabrestante, accionado por el medio de control para detener el cable una vez se han liberado los medios de conexión, para controlar el movimiento descendente de una porción de los medios de conexión que permanece conectada al cable.

11. La máquina como se reivindica en la reivindicación 9, que comprende, además, un sistema (8) de enhebrado que recibe el cable entre la polea de desviación y los medios (7) de conexión que pueden ser liberados.

12. La máquina como se reivindica en la reivindicación 9, en la que la carga (4) tiene un peso de al menos 10 toneladas, y la parte superior del brazo (2) de grúa está al menos 10 metros por encima del suelo.

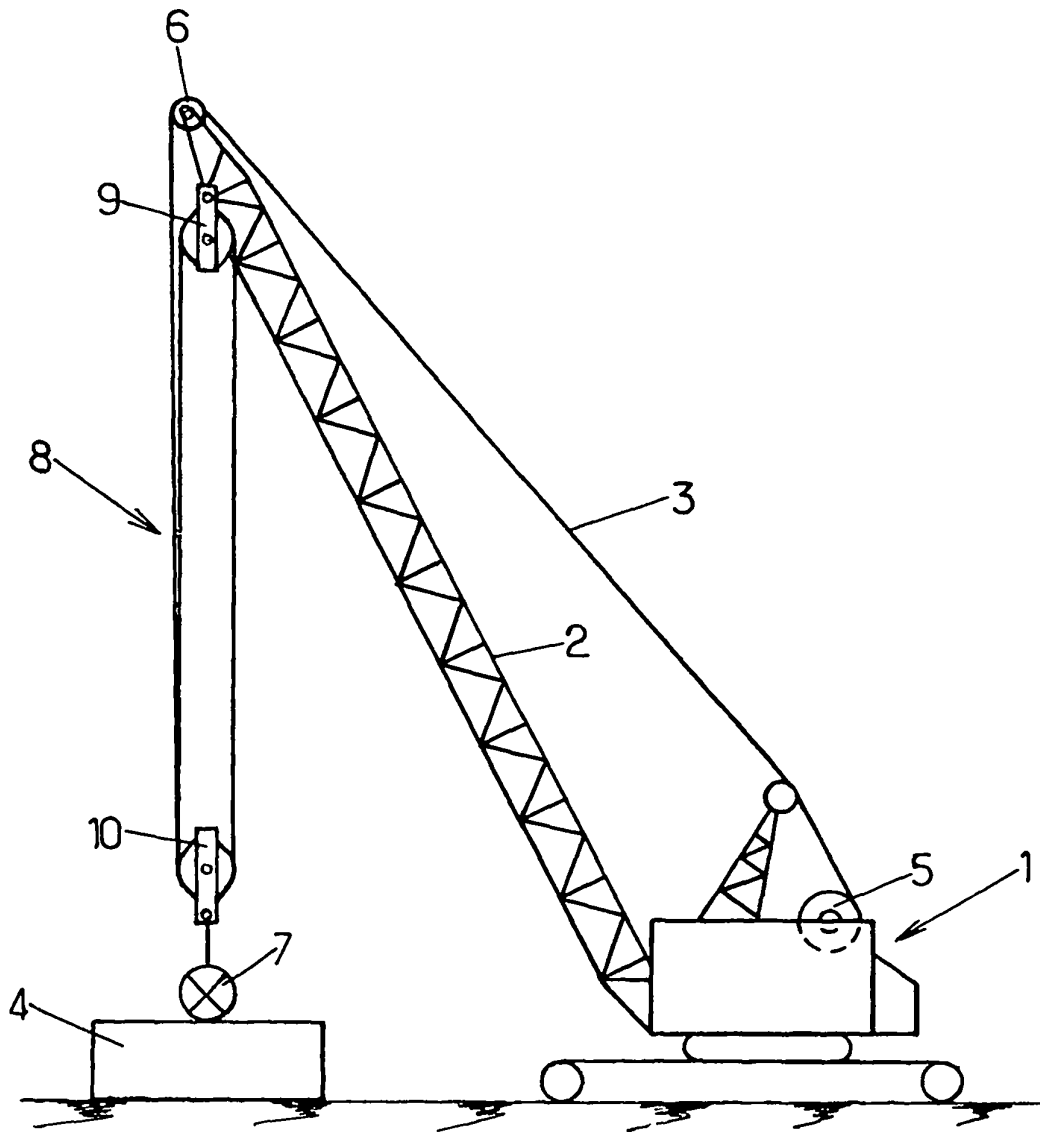


FIG.1.

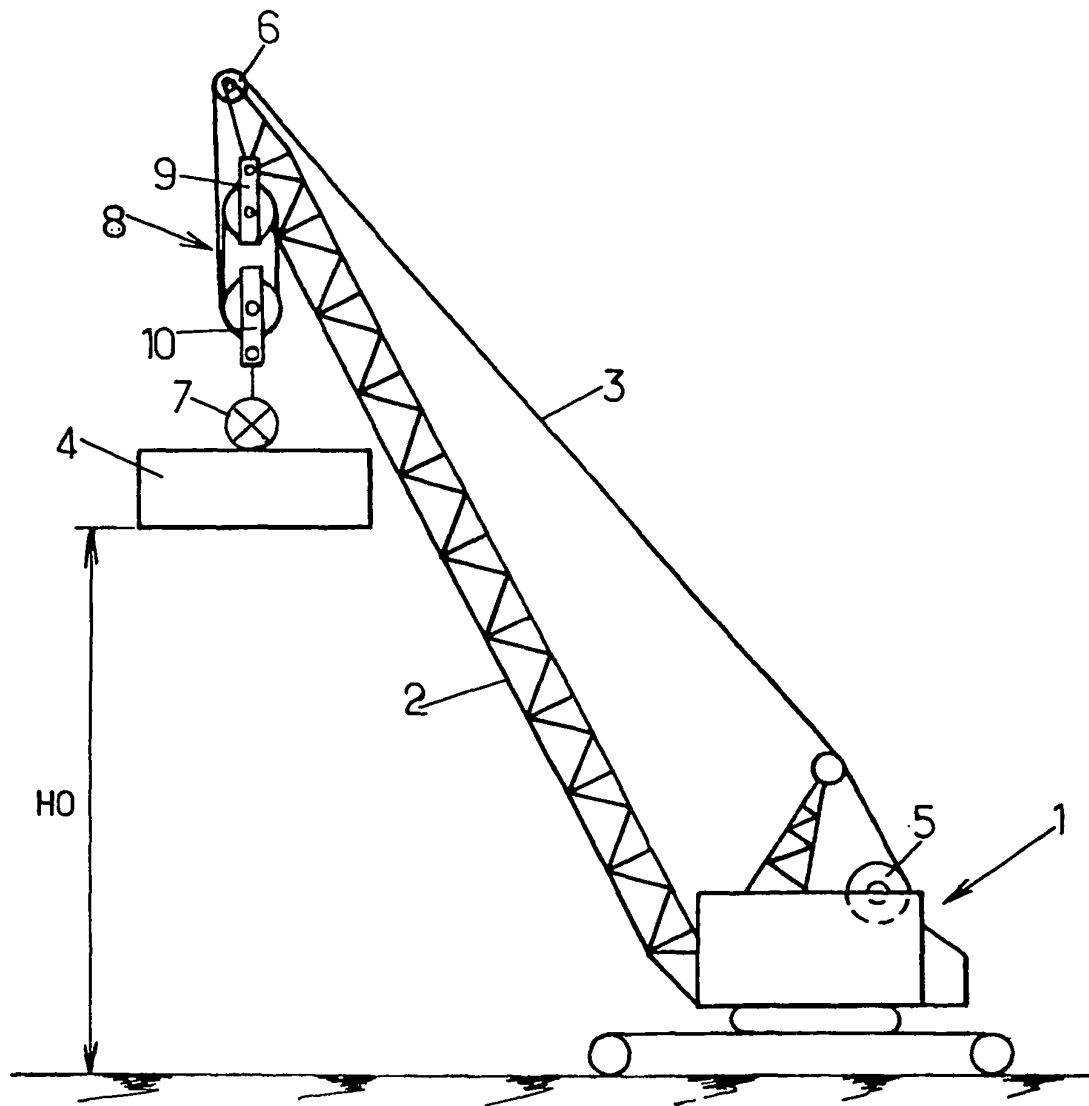


FIG.2.

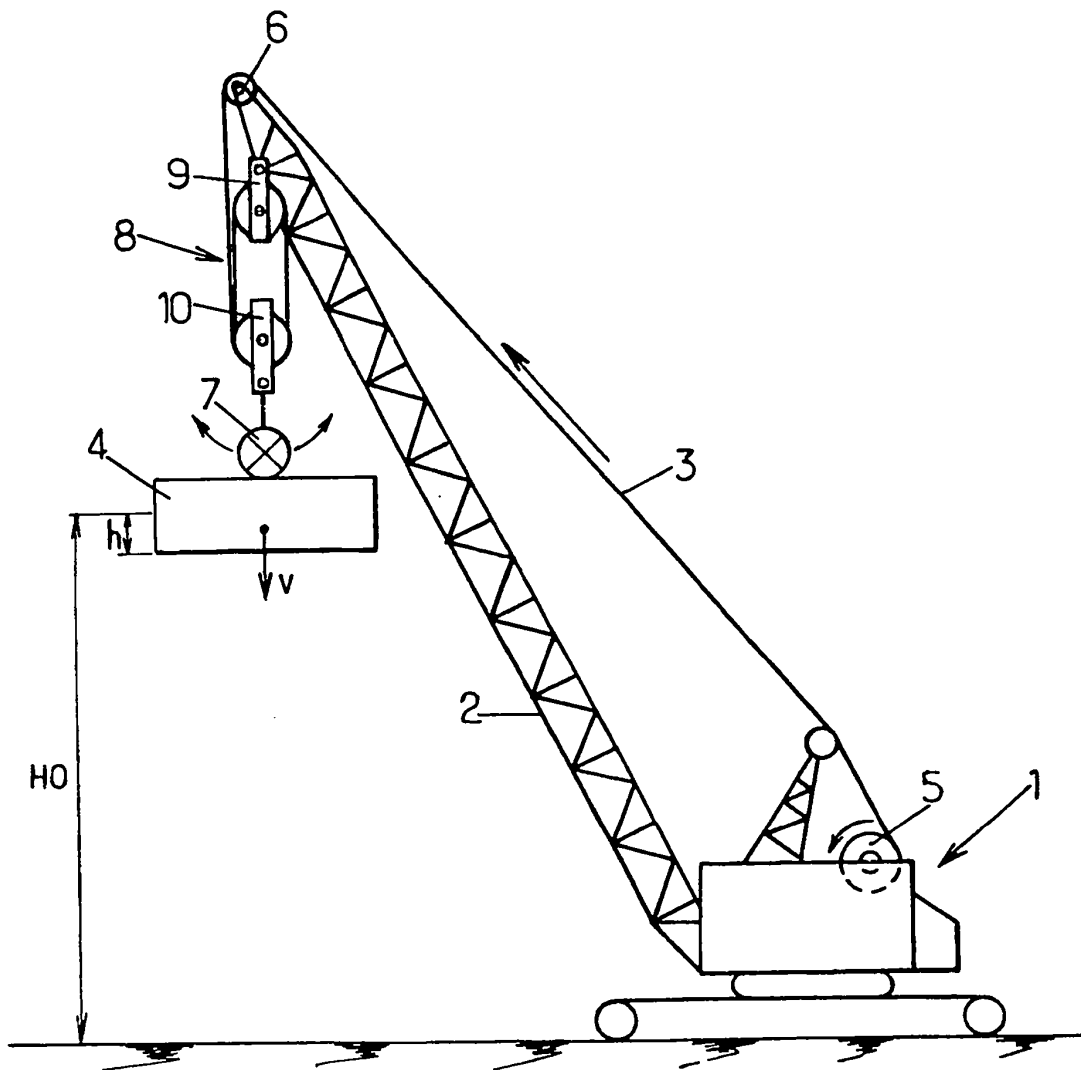


FIG.3.

