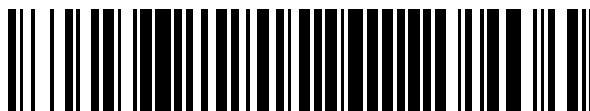


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 728 237**

51 Int. Cl.:

G01N 3/303 (2006.01)

E02D 1/02 (2006.01)

G01N 33/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.10.2013 PCT/DK2013/050340**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.04.2015 WO15051798**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.10.2013 E 13783834 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2019 EP 3055664**

54 Título: **Deflectómetro de impacto**

30 Prioridad:

11.10.2013 WO PCT/DK2013/050321

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

23.10.2019

73 Titular/es:

**DYNATEST INTERNATIONAL A/S (100.0%)
Gladsaxevej 342
2860 Søborg, DK**

72 Inventor/es:

MADSEN, JAKOB FIND

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 728 237 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

Deflectómetro de impacto

5 La presente invención se refiere a los deflectómetros de impacto.

Un deflectómetro de impacto (FWD) es un dispositivo de ensayo no destructivo usado por los ingenieros civiles para evaluar las propiedades físicas de las estructuras de pavimento. Los datos del FWD se usan principalmente para estimar la capacidad de carga de pavimentos que comprenden, entre otras, superficies de hormigón de cemento Portland (PCC) u hormigón de asfalto (AC). El uso incluye carreteras, pavimentos de aeropuerto y vías férreas. Habitualmente, el deflectómetro de impacto está integrado en un remolque que puede remolcarse a una localización de ensayo por otro vehículo, pero también puede estar integrado en el propio vehículo.

15 El deflectómetro de impacto está diseñado para transmitir un pulso de carga a la superficie del pavimento que simula la carga producida por una rueda de vehículo rodante. La carga se produce al dejar caer un gran peso sobre un conjunto de amortiguadores de caucho. La fuerza resultante se transmite al pavimento a través de una placa de carga circular. Una celda de carga u otro transductor de detección de carga se monta encima de la placa de carga y mide la carga aplicada sobre la superficie del pavimento. Una serie de sensores de desviación, tales como los geófonos, se montan linealmente a lo largo de una viga que se extiende desde el centro de la placa de carga y mide la desviación resultante de la superficie del pavimento en respuesta a la carga a una diversidad de distancias desde el centroide de la carga aplicada. Los datos de FWD pueden usarse para calcular los parámetros relacionados con la rigidez, por ejemplo, el módulo de Young de las capas de una estructura de pavimento multicapa, como los pavimentos de carreteras o aeropuertos que comprenden PCC o AC.

25 Habitualmente, en los FWD de la técnica anterior, el peso se eleva hidráulicamente a lo largo de una barra o columna de guía vertical y se mantiene a una altura predeterminada por un mecanismo de captura hasta que se realiza la medición y el operario del FWD emite una orden de caída. A continuación, se libera el mecanismo de captura y el peso cae sobre un medio de transmisión de fuerza, que incluye una placa de carga circular de diámetro conocido que, antes de dejar caer el peso, se ha bajado para hacer contacto con la superficie del pavimento en la localización de medición deseada. Entre el medio de transmisión de fuerza y el peso, se proporciona un medio de amortiguación, por ejemplo, unos amortiguadores en forma de bloques de caucho, con el fin de transmitir una fuerza de impacto idealmente semisinusoidal al pavimento. Normalmente, el medio de transmisión de fuerza comprende uno medio de detección de fuerza con el fin de medir la fuerza de impacto real. Puesto que la masa del peso de caída es sustancial, habitualmente entre 50 y 750 kg, el peso de caída normalmente se recoge y se eleva de nuevo hasta la posición de enganche mediante un mecanismo de elevación hidráulico o similar. Los FWD de la técnica anterior, tal como se han descrito anteriormente, se conocen, por ejemplo, a partir de los documentos JP-A-2007-205955 y DE-U-9305327. También se describen ejemplos de FWD de la técnica anterior en el artículo "Faldloddets historie", Bohn, Axel O., Asphalt, páginas 4-11, septiembre de 1989, ISSN 0004-4318, que describe el desarrollo del deflectómetro de impacto desde 1964 hasta 1989. El documento JP-A-2008-275518 describe un FWD de la técnica anterior donde el peso se eleva manualmente. Otros ejemplos de dispositivos de la técnica anterior relacionados se muestran en los documentos: JP2008/020424, US3998090, WO2012/120179, JP2008275518, CN202928904 y US4359890.

45 Un inconveniente importante de dichos FWD de la técnica anterior es que un ciclo de medición tarda relativamente mucho tiempo, en particular si van a hacerse mediciones sucesivas en la misma localización. Una razón importante para esto es que el proceso del medio de elevación hidráulico que se baja para recoger el peso, levantar el peso hasta el enganche y desacoplar el peso del medio de elevación hidráulico es relativamente lento. Además, después de algunas caídas repetidas en una localización, la placa de carga debe levantarse hasta la posición de transporte y sujetarse, y bajarse de nuevo en la siguiente posición de medición. En la técnica anterior, esto último es una contribución importante a los largos ciclos de ensayo. Cuando deben realizarse miles de mediciones consecutivas a lo largo de una carretera a inspeccionar, las duraciones acumuladas de los procesos reducen la eficiencia del examen general.

55 En este contexto, el objeto de la presente invención es proporcionar un deflectómetro de impacto que permita hacer mediciones consecutivas a intervalos más cortos y, por lo tanto, mejorar la velocidad de ensayo y la productividad general de las mediciones de desviación de pavimento.

60 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, este objeto se logra mediante un deflectómetro de impacto que comprende una placa de carga adaptada para acoplarse a una superficie de ensayo, un medio de transmisión de fuerza adaptado para transmitir una fuerza a la placa de carga, un medio de amortiguación, un peso adaptado para impactar sobre dicho medio de transmisión de fuerza a través de dicho medio de amortiguación con el fin de proporcionar una fuerza a transmitir a dicha placa de carga a través de dicho medio de transmisión de fuerza, un medio de guía para guiar dicho peso hacia dicho medio de transmisión de fuerza, y un medio de elevación para elevar dicho peso hasta una altura predeterminada por encima de dicho medio de transmisión de fuerza, caracterizado por que dicho medio de elevación comprende un motor eléctrico que acciona un husillo roscado en

acoplamiento con el peso, y por que el husillo roscado está en acoplamiento no autobloqueador con el peso de caída.

Al usar un husillo roscado en acoplamiento con el peso, el mecanismo de elevación está integrado con el peso que cae, lo que hace posible levantar el peso de nuevo hasta la posición superior inmediatamente después de que se haya dejado caer para que impacte. En particular, debido a que el mecanismo de elevación está integrado con el peso que cae, es necesaria una acción diferente para unirlo a un mecanismo de elevación con el fin de elevarlo de nuevo a la posición superior. Además, el uso del husillo roscado permite que la placa de carga y el medio de transmisión de fuerza se muevan rápida y eficientemente hasta una posición de transporte elevada.

Este es en particular el caso cuando, de acuerdo con una realización preferida, el husillo roscado está en acoplamiento permanente con el peso. En ese caso, el movimiento de retorno, cuando el peso rebota tras el impacto debido al medio de amortiguación y otro elemento elástico en el sistema general, puede continuar simplemente controlando adecuadamente el motor.

De acuerdo con otra realización preferida, el husillo roscado está en acoplamiento permanente con el motor eléctrico. Con el husillo roscado en acoplamiento permanente tanto con el peso como con el motor eléctrico, no es necesario que se enganchen los acoplamientos o similares, y el movimiento de retorno puede simplemente continuar controlando directamente el motor de manera adecuada. Aunque esto implica que el peso que cae fuerza al motor eléctrico a rotar y funcionar como un generador, la experiencia ha demostrado que esto no impide la caída del peso y que aún puede lograrse un impacto lo suficientemente fuerte. La integración de las tres partes, es decir, el motor eléctrico, el husillo roscado y el peso que cae, en un tren cinemático simplifica sustancialmente la construcción del deflectómetro de impacto.

De acuerdo con otra realización preferida, el husillo roscado se acciona directamente por el motor eléctrico. Los motores de imán permanente modernos son totalmente capaces de proporcionar directamente un par suficiente en el husillo para levantar el peso, incluso si el husillo roscado tiene un ángulo de avance alto. Esto simplifica aún más la construcción del deflectómetro de impacto.

En este sentido, el ángulo de avance es tan alto de acuerdo con una realización preferida adicional que el husillo roscado está en un acoplamiento no autobloqueador con el peso. Tener un ángulo de avance alto es ventajoso ya que permite que el peso que cae caiga casi libremente, es decir, con muy poca resistencia, proporcionando de este modo una fuerza de impacto adecuada. Por lo tanto, de acuerdo con otra realización preferida más, el husillo roscado tiene un ángulo de avance superior a 40°, preferentemente superior a 50°. Esto permite que el peso caiga sin verse demasiado influenciado por las pérdidas provocadas por la rotación del motor eléctrico que en este punto actúa como un generador. El motor eléctrico se ha elegido cuidadosamente para no generar demasiada fuerza contraelectromotriz, es decir, menos de 600 V con el fin de no arriesgarse a dañar la electrónica de control.

De acuerdo con otra realización preferida, el acoplamiento entre el husillo roscado y el peso se selecciona entre un acoplamiento por tornillo de avance, tornillo de rodillo o tornillo de bolas. Esto proporciona una baja fricción y, por lo tanto, la caída del peso se ve aún menos dificultada.

De acuerdo con una realización preferida adicional, el deflectómetro de impacto comprende además un controlador de motor para el motor eléctrico, estando dicho controlador de motor adaptado para controlar la velocidad del peso que cae. Al tener un controlador de motor adaptado para controlar la velocidad del peso que cae, es posible influir en el peso que cae de muchas formas ventajosas, entre otras, permitiendo impactos más controlados en comparación con la simple caída de la técnica anterior.

De acuerdo con otra realización preferida más, el deflectómetro de impacto comprende además un controlador de motor para el motor eléctrico, estando dicho controlador de motor adaptado para controlar la posición del peso que cae. Al tener un controlador de motor adaptado para controlar la posición del peso que cae, es posible influir en el peso que cae de muchas formas ventajosas, entre otras, permitiendo impactos más controlados en comparación con la simple caída de la técnica anterior.

De acuerdo con otra realización preferida, el deflectómetro de impacto comprende un armazón y medios para asegurar el peso de caída con respecto al armazón. Asegurar el peso de caída permite el uso del husillo roscado para subir y bajar el medio de transmisión de fuerza, más específicamente, bajarlo para que entre en contacto con la superficie de ensayo y subirlo hasta una posición de transporte por medio del motor eléctrico.

La presente invención se describirá a continuación en mayor detalle con referencia a los dibujos en los que:

- la figura 1 muestra una vista en perspectiva esquemática de las partes centrales de un deflectómetro de impacto de acuerdo con la invención,
- la figura 2 muestra una vista en perspectiva esquemática de una realización diferente del deflectómetro de impacto que incluye partes del armazón,
- la figura 3 muestra una vista en perspectiva esquemática del deflectómetro de impacto de la figura 1,

la figura 4 muestra un diagrama esquemático de elevación frente a tiempo para una secuencia de caída y subida en la técnica anterior,

la figura 5 muestra un diagrama esquemático de elevación frente a tiempo para una secuencia de caída y subida de acuerdo con la presente invención, y

5 las figuras 6a-6f muestran esquemáticamente la bajada de la placa de carga FWD sobre la superficie y una caída posterior del peso.

10 Pasando en primer lugar a la figura 1, se muestra una vista en perspectiva de las partes centrales del deflectómetro de impacto de acuerdo con la invención. Para la movilidad en el uso práctico, el deflectómetro de impacto 1 se monta en un carro adecuado, tal como un remolque o un vehículo, conocido *per se* y mostrado esquemáticamente en las figuras 6a-6f. Véanse también las diversas ilustraciones en el artículo mencionado anteriormente "Faldloddets historie" incorporadas por referencia en el presente documento.

15 El deflectómetro de impacto 1 comprende un peso de caída 8 adaptado para dejarse caer e impactar sobre una placa de transferencia de carga 6, desde la que el impacto se transfiere a una superficie de ensayo 30 (mostrada solo en las figuras 6a a 6f), tal como un pavimento de, por ejemplo, hormigón de cemento Portland u hormigón de asfalto, a través de un medio de transmisión de fuerza que comprende, entre otros, una columna de soporte 5, y una placa de carga 2 adaptada para acoplarse a la superficie de ensayo 30.

20 La placa de carga 2 es preferentemente circular y puede segmentarse, como puede verse en la figura 1. En la realización preferida hay cuatro segmentos, de los cuales son visibles tres segmentos 2a, 2b, 2c. Evidentemente, puede usarse cualquier número adecuado de segmentos, incluido uno, es decir, una única placa de carga circular 2. Como se ve mejor en la figura 3, los segmentos 2a, 2b, 2c de la placa de carga 2 se conectan a través de espaciadores 3 a una placa intermedia 4, permitiendo que cada uno de los segmentos 2a, 2b, 2c tenga un pequeño grado de libertad con el fin de permitir que la placa de carga general 2 se adapte a las irregularidades de la superficie de ensayo 30, incluso si la superficie de ensayo 30 no es completamente plana u horizontal. La placa intermedia 4 también tiene, preferentemente, cierto grado de libertad con respecto a la columna de soporte 5 con el fin de adaptarse a las inclinaciones en la superficie de ensayo 30.

30 La placa intermedia 4 se conecta a la placa de transferencia de carga 6 a través de otro medio de soporte 21, 22, 23 que forma parte de la columna de soporte 5. El medio de soporte adicional también incluye un transductor de fuerza 7, tal como una celda de carga, adaptado para medir las fuerzas en el impacto del peso de caída que cae 8 sobre la placa de transferencia de carga 6.

35 El peso de caída 8 comprende una placa de base 9 sobre la que puede colocarse una serie de pesos removibles individuales 10 con el fin de lograr una cantidad deseada de peso para un ensayo a realizar. El peso de cada uno de los pesos removibles 10 se adapta, preferentemente, a la manipulación manual, y el peso de caída 8 puede comprender, por lo tanto, un número sustancial de pesos removibles 10 apilados unos sobre otros. Con el fin de sujetar las pilas de los pesos removibles 10 sobre la placa de base 9, también se proporcionan unos medios de sujeción 11, 12. Para la manipulación manual, los pesos removibles 10 están provistos, preferentemente, de unas asas de soporte 13.

45 Por debajo de la placa de base 9 se proporcionan una serie de amortiguadores elásticos 19 con el fin de amortiguar el impacto y obtener una media onda sinusoidal adecuada en el impacto. Los amortiguadores elásticos 19 son, preferentemente, intercambiables, permitiendo que su número, su tamaño, sus propiedades elásticas, etc., varíen de acuerdo con una determinada cantidad deseada de peso del peso de caída 8, y el ancho de pulso de la media onda sinusoidal.

50 A ambos lados de la placa de base 9, se proporcionan unos rodamientos lineales 20 que comprenden, por ejemplo, rodamientos de bolas, con el fin de permitir un movimiento deslizante suave de la placa de base 9 que lleva los pesos 10 a lo largo de dos columnas verticales 14 sujetos a la placa de transferencia de carga 6, guiando de este modo los movimientos hacia arriba y hacia abajo del peso de caída 8 cuando se deja caer o se levanta.

55 En cuanto a la elevación, la presente invención emplea un motor eléctrico 15, montado en una viga transversal horizontal 16 en el extremo superior de las dos columnas verticales 14. Preferentemente, el motor eléctrico 15 está conectado directamente a un husillo roscado 17. El husillo roscado 17, a su vez, está en un acoplamiento permanente con un medio correspondiente en la placa de base 9. Este medio correspondiente está adaptado para proporcionar una baja fricción y puede ser, por ejemplo, un acoplamiento por tornillo de avance, tornillo de rodillo o tornillo de bolas. La baja fricción es importante ya que el acoplamiento entre el husillo roscado 17 y la placa de base 9 no debe ser autobloqueador. Por la misma razón, el avance de la rosca 18 del husillo 17 es alto, teniendo, por ejemplo, un ángulo de avance superior a 40°, preferentemente superior a 50°.

65 Tener un avance alto y una fricción baja como estos permite que el peso de caída 8 caiga casi en caída libre. Evidentemente, habrá fricción y algún efecto de frenado por tener que girar el motor eléctrico 15, pero esto puede olvidarse o compensarse suministrando al motor eléctrico 15 la suficiente corriente para contrarrestar el efecto de frenado.

Por el contrario, el avance de la rosca 18 del husillo roscado 17 no debe ser tan alto como para que el par máximo que puede proporcionar el motor eléctrico 15 sea insuficiente para levantar el peso de caída 8.

- 5 Preferentemente, el motor preferido es un motor de par magnético permanente, tal como un ETEL TMB Torque Motor, disponible en ETEL S.A., Zone Industrielle, CH - 2112 Môtiers, Suiza. Tales motores permiten un par muy alto que, a su vez, permite el uso de un accionamiento directo de un husillo con un avance muy alto. Además, tales motores proporcionan un excelente control posicional sobre el husillo 17, permitiendo a su vez que el impacto se controle con mucha precisión, por ejemplo, cuando se usa un controlador robótico, proporcionando habitualmente los controladores robóticos tanto un modo de control de par como un modo de control de posición. Evidentemente, podría usarse un motor eléctrico 15 que proporcionara un par más bajo en relación con un mecanismo de engranajes, pero con el fin de mantener las partes móviles al mínimo y un mecanismo sencillo, se prefiere un accionamiento directo.
- 10
- 15 Con esta disposición de accionamiento, es mucho más rápido realizar las mediciones, debido a que los impactos consecutivos en la misma localización pueden hacerse en una sucesión más rápida.

Pasando ahora a la figura 4, se muestra un diagrama de una secuencia de caída con el deflectómetro de impacto de la técnica anterior. A continuación, para facilitar la comparación con la figura 5, la secuencia comienza con el peso de caída elevado y mantenido a una altura predeterminada h_1 desde la que va a dejarse caer el peso de caída, por ejemplo, 40 cm para un peso de caída de 750 kg. Cuando se libere el peso de caída, caerá en caída prácticamente libre, impactará sobre la placa de transferencia de carga y comprimirá los amortiguadores elásticos a la altura h_0 en el tiempo de impacto t_i . Debido principalmente a las propiedades elásticas de los amortiguadores, el peso de caída rebotará e impactará repetidamente sobre la placa de transferencia de carga en los tiempos t_{b1} , t_{b2} , etc., hasta que se detenga sobre la placa de transferencia de carga. Una vez que ha llegado a detenerse, el peso de caída se une manualmente al medio de elevación, y el proceso de elevación hidráulico puede comenzar de nuevo en t_i . Cabe señalar que la figura 4 es esquemática y que la duración entre t_{b2} y t_i es, de hecho, de varios segundos en comparación con los aproximadamente 0,285 segundos implicados en la caída libre de 40 cm.

20

25

30 En la figura 5 se ilustra una caída que usa la presente invención en un diagrama similar al de la figura 4. El peso de caída 8 se deja caer desde la altura predeterminada h_1 , cae en una caída prácticamente libre e impacta sobre la placa de transferencia de carga 6, en t_i . Puesto que la caída libre corresponde a la de los FWD de la técnica anterior, la caída se representa con parábolas similares en los diagramas de tiempo frente a elevación de la figura 4 y la figura 5. Sin embargo, en comparación con lo anterior, la caída libre no es completamente libre debido a que la placa de base 9 del peso de caída 8 está en acoplamiento permanente con el husillo roscado 17. Por lo tanto, cuando se deja caer, el peso de caída 8 hará rotar inevitablemente el motor eléctrico 15, que incluso con los terminales de suministro eléctrico abiertos, tenderá a frenar la caída, es decir, opondrá resistencia a la rotación del husillo provocada por el peso de caída que cae 8. Esto puede compensarse suministrando al motor la suficiente corriente para hacer girar el motor 15 y el husillo roscado 17 de acuerdo con la caída libre. Esto se hace muy fácilmente debido a la capacidad de controlar con precisión la posición del motor o el par. La posición teórica del peso de caída 8 a través de una caída libre se calcula fácilmente, y se convierte en las posiciones correspondientes del husillo roscado 17 y, a su vez, el motor 15. Evidentemente, para lograr una caída verdaderamente libre también sería posible incorporar un mecanismo de embrague entre el peso de caída 8 y el motor 15, pero para los fines de elevación es preferible tener un acoplamiento permanente. Como alternativa, el motor podría configurarse para proporcionar un par cero.

35

40

45

Sin embargo, con el fin de evitar cualquier influencia del controlador de motor sobre el impacto, el controlador del motor se inhabilita preferentemente a una altura h_2 predeterminada antes del impacto, es decir, en $t_i - \Delta t$, de manera que el motor tiene, básicamente, los terminales de suministro abiertos durante el impacto. Este corto tiempo Δt , donde el frenado no se contrarresta, puede considerarse insignificante para el impacto. En cualquier caso, la fuerza real del impacto se mide usando el transductor de fuerza 7.

50

Tras el impacto, el peso de caída 8 rebota debido, entre otras, a las propiedades elásticas de los amortiguadores 19. Puesto que el husillo roscado 17 está en acoplamiento permanente con la placa de base 9 del peso de caída 8, no es necesario esperar hasta que el peso de caída 8 se asiente sobre la placa de transferencia de carga 6 con el fin de volver a conectar un medio de elevación. De hecho, todo lo que se necesita para elevar el peso de caída 8 de nuevo a la altura de caída h_1 es iniciar el suministro del motor eléctrico 15 en un tiempo de elevación adecuado t_i , por ejemplo, durante el primer rebote del peso de caída 8. La duración de la elevación en sí es muy corta y en unos pocos segundos, en el tiempo t_n , el peso de caída 8 vuelve a la altura h_1 para la próxima caída. Esto es mucho antes de que la próxima caída sea posible con el mecanismo de elevación hidráulico de la técnica anterior.

55

60

En la figura 2, un deflectómetro de impacto de acuerdo con la invención está montado en un armazón 24. Aunque no se muestra en la figura 2, el armazón puede montarse o formar parte integrante de un carro con ruedas 25 como se ilustra esquemáticamente en las figuras 6a-6f, tal como un remolque o un vehículo autopropulsado. En el carro 24, se proporcionan el primer medio de sujeción 26 y el segundo medio de sujeción 27. El primer medio de sujeción 26 comprende un brazo que puede hacerse oscilar, al menos parcialmente, por debajo de la placa de transferencia de

65

carga 6, permitiendo que la placa de transferencia de carga 6 se sujete en el mismo y, por lo tanto, en el almacén, por su propio peso. El movimiento oscilante se realiza preferentemente mediante un accionador eléctrico 28 que actúa sobre un árbol común 29 en el que se montan los brazos. Como puede verse en la figura 2, el primer medio de sujeción 26 comprende, preferentemente, dos árboles 28, cada uno en común con un par de brazos, con el fin de soportar la placa de transferencia de carga 6 en cuatro esquinas. Por supuesto, los accionadores no necesitan ser eléctricos, sino que podrían ser hidráulicos o accionados por otros medios adecuados. Por supuesto, en lugar de simplemente soportar el peso de la placa de transferencia de carga 8, el medio de sujeción 26 también podría acoplarse a la placa de carga 6 de manera bloqueadora.

El segundo medio de sujeción 27 está adaptado de una manera similar para oscilar por debajo de la placa de base 9 del peso de caída 8. También en este caso, uno o más brazos se hacen oscilar por medio de un accionador eléctrico que hace girar un árbol para que los brazos estén sujetos. Preferentemente, también para el segundo medio de sujeción, se proporciona un sistema doble, con el fin de acoplarse y sujetar ambos lados del peso de caída como se muestra esquemáticamente en las figuras 6a a 6c. De manera similar, como se indica en las figuras 6a a 6c, el segundo medio de sujeción 27 puede acoplarse al peso de caída 8 de manera bloqueadora en lugar de simplemente soportar su peso.

Como se explicará a continuación, el uso del segundo medio de sujeción 27 permite el uso del motor eléctrico 15 y el husillo roscado 17 para mover rápidamente la columna de soporte 5 con la placa de carga 2 en acoplamiento con la superficie de ensayo 30, y tras completar una serie de mediciones en la misma localización, mover rápidamente la columna de soporte 5 de vuelta a una posición de almacenamiento segura para transportarla a la siguiente localización de ensayo. Habitualmente, la distancia de transporte a la siguiente localización es muy corta, y cualquier ahorro de tiempo en el transporte entre localizaciones beneficiará sustancialmente el tiempo total necesario para realizar ensayos en un tramo de pavimento determinado.

Pasando ahora a la figura 6a, el deflectómetro de impacto 1 se muestra en una situación con el peso de caída 8 sujeto por el segundo medio de sujeción 27. La columna 5 de levantada libre de la superficie de ensayo 30 y la placa de carga está en acoplamiento con los amortiguadores 19 del peso de caída 8. Si el motor eléctrico 15 se energiza adecuadamente, puede mantener el husillo en una posición fija y, por lo tanto, sostener el peso de la placa de carga 6 y la columna de soporte 5. En esta situación, es posible desacoplar el primer medio de sujeción 26. Tras desacoplar el primer medio de sujeción 26, pero con el peso de caída 8 todavía sujeto, la columna de soporte 5 forma una disposición de tuerca de desplazamiento con el husillo 17 y, por lo tanto, puede moverse hacia arriba y hacia abajo por la rotación del husillo. Simplemente energizando el motor eléctrico 15 adecuadamente, la columna de soporte 5 puede bajarse en acoplamiento con la superficie de ensayo 30 como se ilustra en las figuras 6b y 6c. Una vez que se acopla a la superficie de ensayo 30, la columna de soporte 5 descansa firmemente sobre la misma. En esta situación, como se ilustra en la figura 6d, el segundo medio de sujeción 25 puede desacoplarse del peso de caída, reteniéndose ahora el peso de caída 8 por el motor eléctrico adecuadamente energizado 15. Actualmente, se prefiere un controlador robótico. Dicho controlador robótico proporciona tanto un modo de posición como un modo de par para el control del motor. Durante la elevación y la retención del peso de caída 8, se usaría el modo de posición, mientras que el modo de par se usaría durante la secuencia de caída.

A partir de la situación de la figura 6d, el peso de caída 8 puede elevarse hasta la posición de caída mostrada en la figura 6e, es decir, la altura h_1 , como se ha explicado en relación con la figura 5, por el motor eléctrico 15 que hace girar el husillo 17. Tras esto, se realiza la caída y el peso de caída impacta sobre la placa de carga 6 como se ilustra en la figura 6f y como se ha explicado anteriormente en relación con la figura 5. Cuando se ha realizado un número adecuado de caídas en una localización, el proceso puede revertirse, es decir, el peso de caída 8 se coloca a la altura ilustrada en la figura 6d, donde puede sujetarse como se ilustra en la figura 6c. Una vez más, actuando como una tuerca de desplazamiento, la columna de soporte puede elevarse desde la superficie de ensayo 30 y sujetarse en una posición de transporte. Todo lo anterior puede controlarse eléctricamente y, por lo tanto, se presta a la automatización, sin otra intervención manual que, por ejemplo, presionar algunos botones. Tanto la bajada como la elevación de la columna de soporte 5 pueden realizarse muy rápidamente, por ejemplo, en el intervalo de $1\frac{1}{2}$ a 2 segundos, lo cual es una mejora sustancial con respecto al tiempo de configuración de la técnica anterior. Además de la posibilidad de hacer impactos en una sucesión rápida, la presente invención proporciona beneficios adicionales. Debido a que un motor de par con un control adecuado tiene una posición muy buena además del alto par que puede producir, puede proporcionar mucho más que la acción de elevación. Básicamente, puede mover el peso de caída 8 a cualquier posición deseada entre h_0 y h_1 a través de una aceleración y desaceleración controladas y mantenerlo en esa posición deseada. Esto significa que, a diferencia de los deflectómetros de impacto de la técnica anterior, el deflectómetro de impacto de acuerdo con la presente invención, no está, de hecho, restringido a caídas libres. En lugar de una caída libre, puede proporcionarse una aceleración descendente mayor o menor que la aceleración en caída libre.

Uno de los usos de esto podría ser la organización del impacto, permitiendo el buen control de posición al controlador de motor, si en lugar de inhabilitar el controlador de motor justo antes del impacto, como se ha sugerido anteriormente, el controlador del motor se mantiene activado, controlar la fuerza durante un impacto. Por lo tanto, pueden lograrse impactos con las características de fuerza de impacto semisinusoidal deseadas pero de larga duración, por ejemplo, de hasta 10 segundos. Otro uso podría ser retirar la carga del carro del FWD en el suelo

durante el impacto. Si en los últimos casos, antes del impacto, el peso de caída que cae 8 se acelera más allá de la aceleración de caída libre, la inercia levantará el carro del suelo, permitiendo de este modo evitar la influencia del peso del carro sobre las mediciones.

REIVINDICACIONES

1. Un deflectómetro de impacto (1) que comprende
una placa de carga (2) adaptada para acoplarse a una superficie de ensayo (30),
5 un medio de transmisión de fuerza (5) adaptado para transmitir una fuerza a la placa de carga (2),
un medio de amortiguación (19),
un peso de caída (8) adaptado para impactar sobre dicho medio de transmisión de fuerza (5) a través de dicho
medio de amortiguación (19) con el fin de proporcionar una fuerza a transmitir a dicha placa de carga (2) a través de
dicho medio de transmisión de fuerza (5),
10 un medio de guía (14) para guiar dicho peso de caída (8) hacia dicho medio de transmisión de fuerza (5), y un medio
de elevación para elevar dicho peso de caída hasta una altura predeterminada por encima de dicho medio de
transmisión de fuerza (5),
caracterizado por que
dicho medio de elevación comprende un motor eléctrico (15) que acciona un husillo roscado (17) en acoplamiento
15 con el peso de caída (8), y por que
el husillo roscado (17) está en un acoplamiento no autobloqueador con el peso de caída (8).
2. Un deflectómetro de impacto (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el husillo roscado (17) está en
20 acoplamiento permanente con el peso de caída (8).
3. Un deflectómetro de impacto (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el
husillo roscado (17) está en acoplamiento permanente con el motor eléctrico (15).
4. Un deflectómetro de impacto (1) de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el husillo roscado (17) se acciona
25 directamente por el motor eléctrico (15).
5. Un deflectómetro de impacto (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el
acoplamiento entre el husillo roscado (17) y el peso de caída (8) se selecciona entre un acoplamiento por tornillo de
avance, tornillo de rodillo o tornillo de bolas.
- 30 6. Un deflectómetro de impacto (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 5, en el que el husillo
roscado (17) tiene un ángulo de avance superior a 40°, preferentemente superior a 50°.
7. Un deflectómetro de impacto (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que
35 comprende además un controlador de motor para el motor eléctrico (15), estando dicho controlador de motor
adaptado para controlar la velocidad del peso de caída que cae (8).
8. Un deflectómetro de impacto (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende
40 además un controlador de motor para el motor eléctrico (15), estando dicho controlador de motor (15) adaptado para
controlar la posición del peso de caída que cae (8).
9. Un deflectómetro de impacto (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que
45 comprende además un armazón (24) y unos medios (26, 27) para sujetar el peso de caída (8) con respecto al
armazón (24).

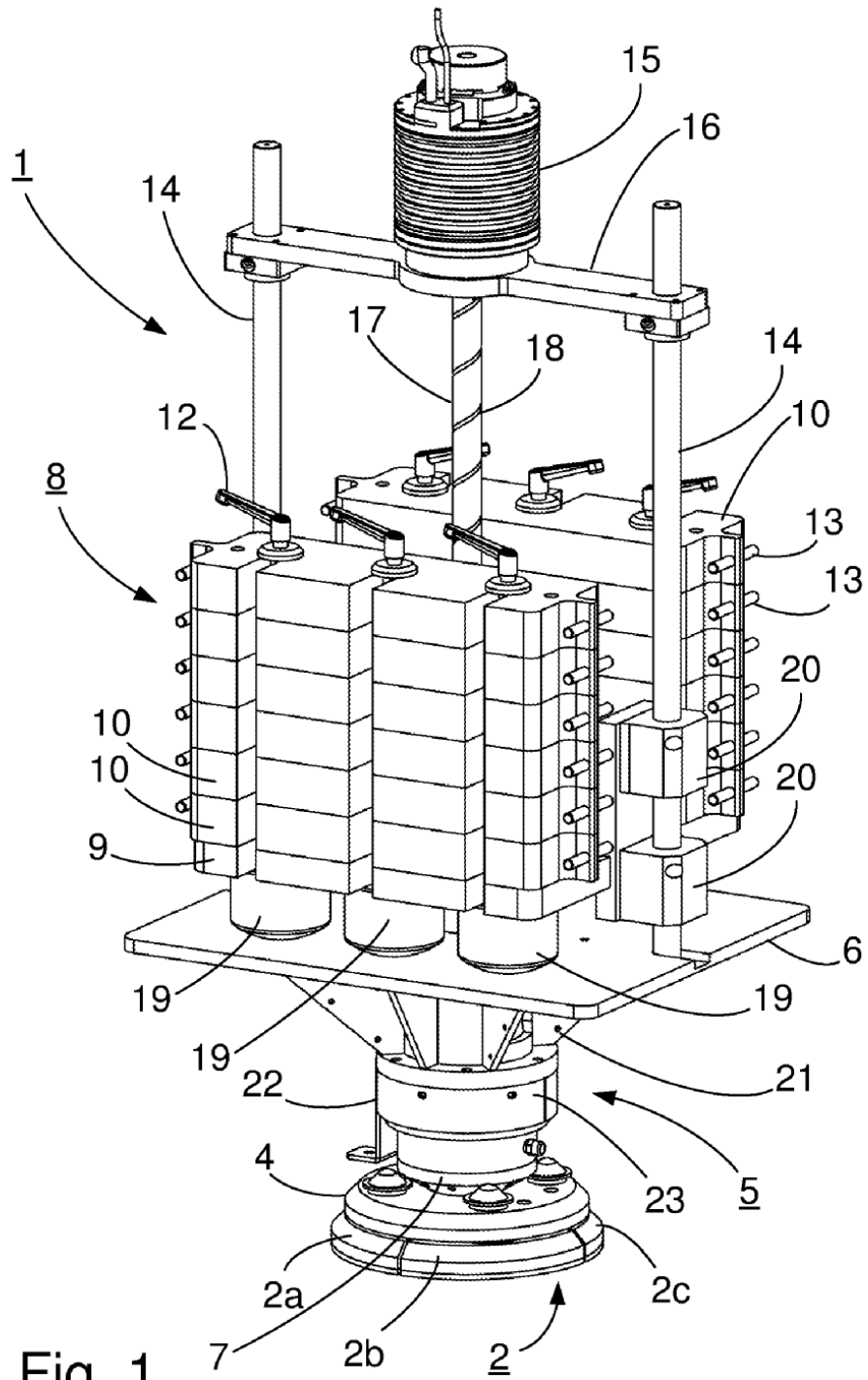


Fig. 1

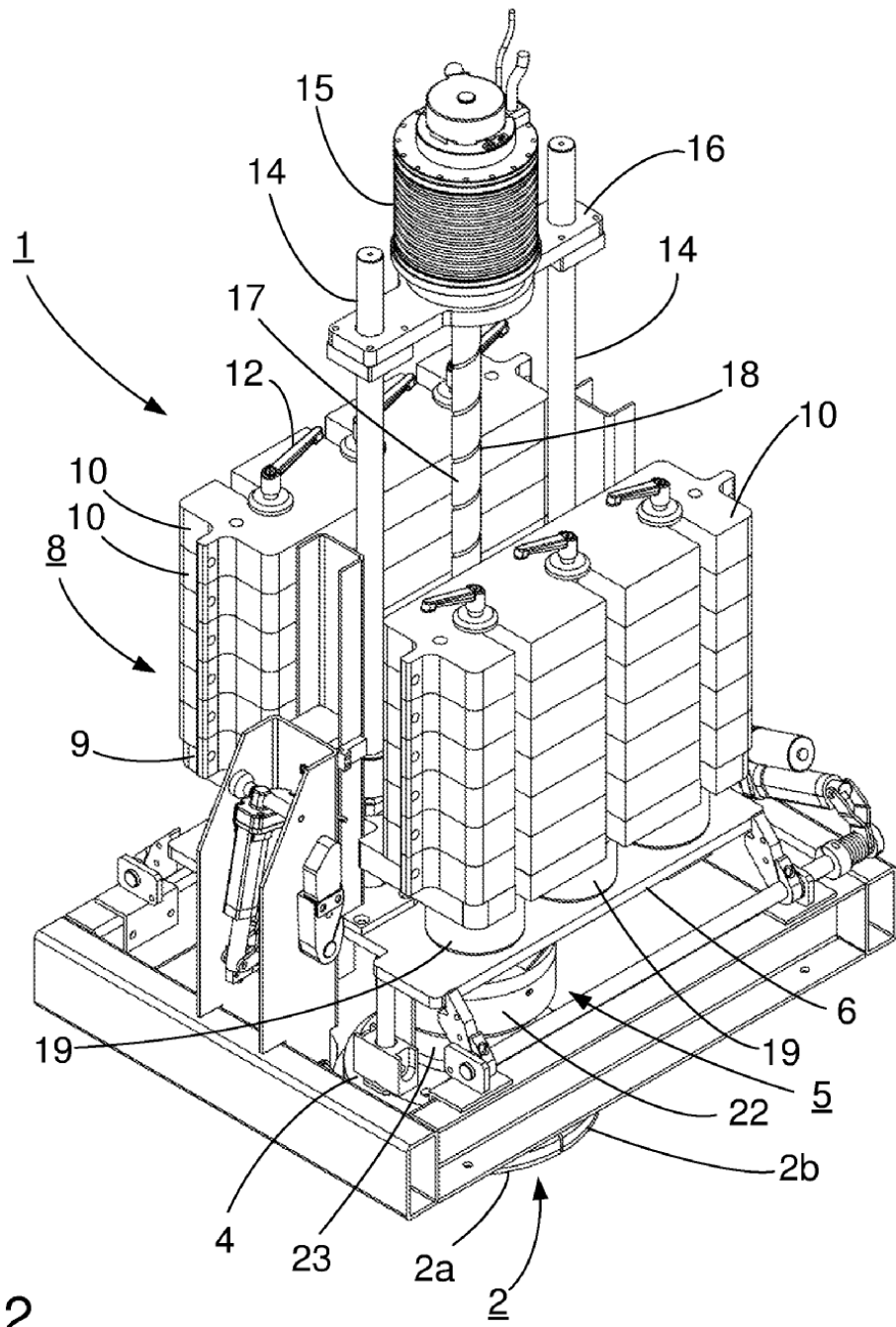


Fig. 2

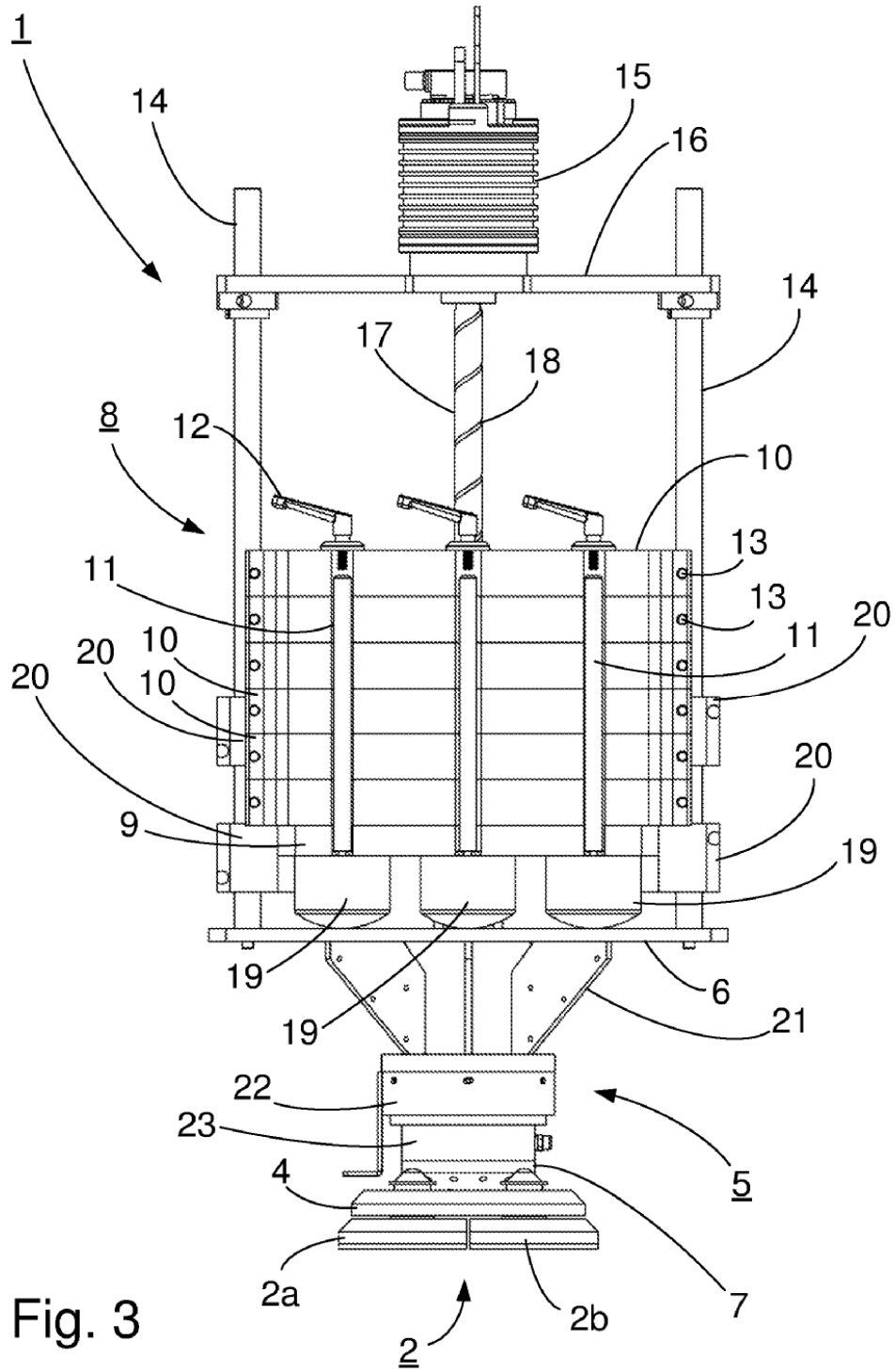


Fig. 3

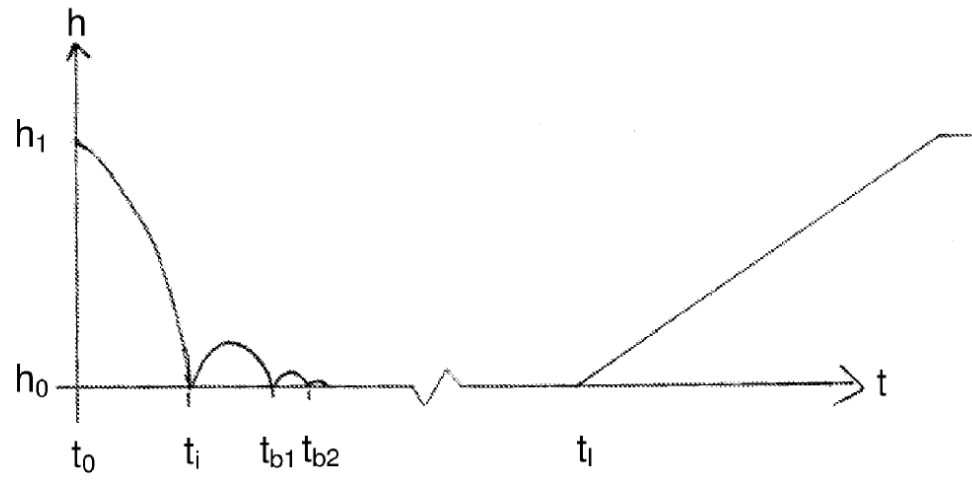


Fig. 4

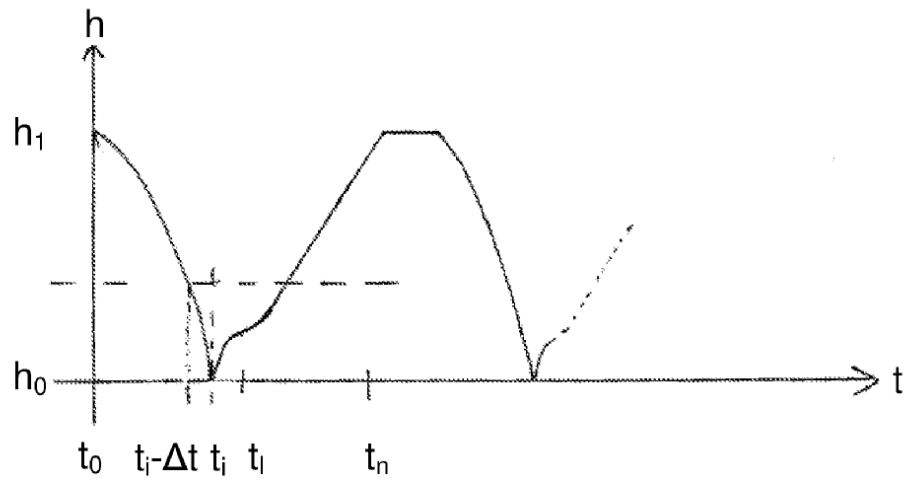


Fig. 5

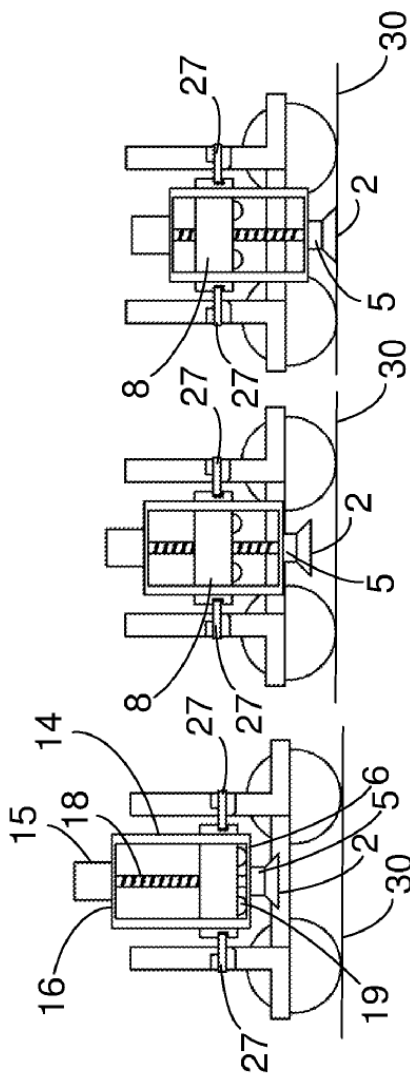


Fig. 6a

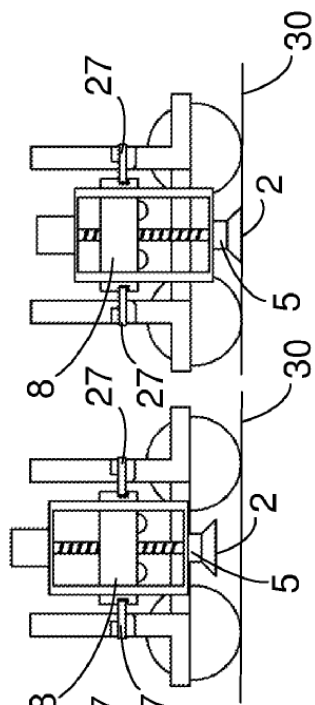


Fig. 6b

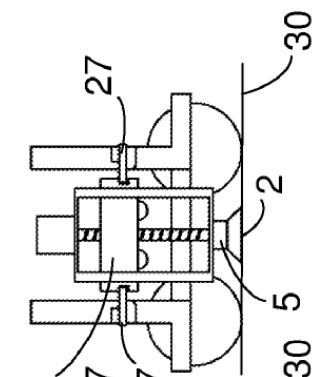


Fig. 6c

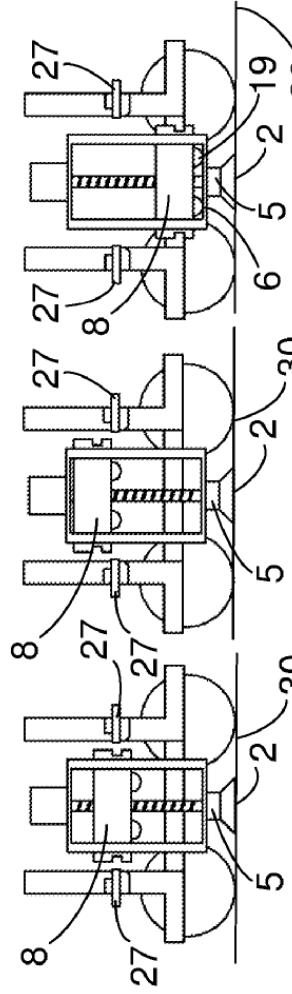


Fig. 6d

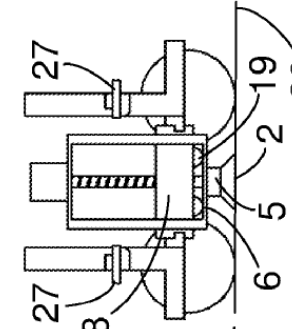


Fig. 6e

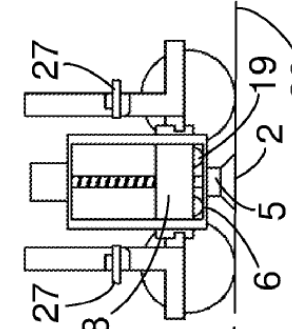


Fig. 6f