

(19)



(11)

EP 2 085 148 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.09.2013 Patentblatt 2013/38

(51) Int Cl.:
B06B 1/16 (2006.01) E02D 7/18 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08001600.9**

(22) Anmeldetag: **29.01.2008**

(54) **Schwingungserzeuger für ein Vibrationsrammgerät**

Vibrator for a vibratory pile driver

Vibrateur pour un appareil de fonçage vibratoire

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT DE FR GB NL

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.08.2009 Patentblatt 2009/32

(73) Patentinhaber: **ABI Anlagentechnik-Baumaschinen-Industriebedarf Maschinenfabrik und Vertriebsgesellschaft mbH 63843 Niedernberg (DE)**

(72) Erfinder:
• **Heichel, Christian 63843 Niedernberg (DE)**

• **Kleibl, Albrecht, Dr.-Ing. 02747 Großhennersdorf (DE)**

(74) Vertreter: **Kötter, Ulrich Körnerstrasse 27 58095 Hagen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 577 444 EP-A- 0 926 300
EP-A- 0 951 949 US-A- 5 725 329

EP 2 085 148 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Schwingungserzeuger für ein Vibrationsrammgerät nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Vibrationsrammgerät nach dem Patentanspruch 8.

[0002] Im Bauwesen werden Schwingungserzeuger verwendet, um Objekte, wie beispielsweise Profile, in den Boden einzubringen oder aus dem Boden zu ziehen oder auch um Bodenmaterial zu verdichten. Der Boden wird durch Vibration angeregt und erreicht so einen "pseudoflüssigen" Zustand. Durch statische Auflast kann das Rammgut dann in den Baugrund gedrückt werden. Die Vibration ist gekennzeichnet durch eine lineare Bewegung und wird durch paarweise gegenläufig rotierende Unwuchten innerhalb eines Vibratorgetriebes generiert. Schwingungserzeuger werden charakterisiert durch die rotierende Unwucht und die maximale Drehzahl.

[0003] Solche Schwingungserzeuger sind z.B. in EP 0 926 300 A1 oder EP 0 577 444 A1 offenbart.

[0004] Die Schwingungserzeuger sind regelmäßig linear wirkende Schwingungserreger, deren Fliehkraft durch rotierende Unwuchten generiert wird. Diese Schwingungserreger bewegen sich mit veränderlicher Geschwindigkeit. Die Größe der Unwucht wird auch als "statisches Moment" bezeichnet. Der Verlauf der Geschwindigkeit des linearen Schwingungserregers entspricht einer periodisch wiederkehrenden Funktion, beispielsweise einer Sinusfunktion, sie kann aber auch andere Formen einnehmen. Die Charakteristik des Schwingungserzeugers ist über die Größe des statischen Momentes, der Drehzahl sowie der statischen Auflast beeinflussbar. Dieses sind wesentliche Betriebskenngrößen für die Schwingungserzeugung. Ungünstige Betriebskenngrößen verursachen eine große Verlustleistung und eine Verminderung der Effizienz des Schwingungserzeugers. Dabei wird die Höhe der Verlustleistung insbesondere auch durch die Beschaffenheit des Eindringmediums, das ist das Medium bzw. der Boden, in den ein Rammgut eingebracht wird, beeinflusst. Die Abstimmung der Betriebsparameter auf die jeweilige Beschaffenheit des Eindringmediums erweist sich in der Praxis als aufwendig und problematisch.

[0005] Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, einen Schwingungserzeuger zu schaffen, der eine Reduzierung der durch ungünstige Betriebskenngrößen indizierten Verlustleistungen und damit einen energieeffizienten Betrieb ermöglicht. Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0006] Mit der Erfindung ist ein Schwingungserreger geschaffen, der eine Reduzierung der durch ungünstige Betriebskenngrößen indizierten Verlustleistungen und damit einen energieeffizienten Betrieb ermöglicht. Durch das Vorsehen einer Speichereinheit zur Hinterlegung von bodenbeschaffenheits- oder aufgabenspezifischen

Vorgabedatensätzen mit definierten Betriebskenngrößen des Schwingungserzeugers ist die Bereitstellung von in der Praxis erworbenen Erfahrungswerten in der Art eines Expertensystems ermöglicht. In Abhängigkeit von der Aufgabenstellung kann so eine einfache Einstellung des Schwingungserzeugers durch Auswahl eines je nach Aufgabe zu wählenden Betriebskenngrößendatensatzes erfolgen.

[0007] In Weiterbildung der Erfindung sind Sensoren zur Erfassung der Frequenz, der statischen Auflast sowie der relativen Position der Unwuchtmassen zueinander angeordnet.

[0008] Bevorzugt umfassen die Sensoren wenigstens einen induktiven Sensor und/oder einen Drehgeber. Derartige Sensoren haben sich als langlebig und robust erwiesen. Vorteilhaft ist ein Sensor zur Erfassung der Beschleunigung der rotierenden Wellen angeordnet. Ergänzend kann ein Sensor zur Erfassung der Amplitude der Schwingungen des Schwingungserzeugers angeordnet sein.

[0009] In Weiterbildung der Erfindung sind die Sensoren mit einer Auswerteeinheit verbunden, welche die von den Sensoren erfassten Messwerte mit hinterlegten Maximalwerten vergleicht. Hierdurch ist die Detektierung von Belastungsspitzen ermöglicht. Bevorzugt ermittelt die Auswerteeinheit auf Basis der von den Sensoren ermittelten Messwerte das jeweils anliegende statische Moment.

[0010] In Ausgestaltung der Erfindung ist eine Vorrichtung zur automatischen Auswahl eines Vorgabe-Datensatzes auf Grundlage der ermittelten Beschleunigungswerte vorgesehen. Hierdurch ist eine Programmautomatik realisierbar, durch die in Abhängigkeit von der aufgabenspezifischen Betriebssituation die automatische Auswahl der effizientesten Vorgabegrößen erfolgt, ohne dass ein Eingriff des Bedieners erforderlich ist. Alternativ kann auch eine Halbautomatik realisiert werden, bei der dem Bediener ein Betriebskenngrößendatensatz vorgeschlagen wird, welcher durch den Bediener bestätigt oder verändert werden kann.

[0011] Vorteilhaft weist die Auswerteeinheit eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) auf. Hierdurch ist eine flexible Steuerung des Schwingungserzeugers ermöglicht.

[0012] In Weiterbildung der Erfindung ist eine akustische und/oder optische Warneinrichtung zur Alarmierung von Fehleingaben vorgesehen, die mit der Auswerteeinheit verbunden ist. Hierdurch kann der Bediener auf eine erforderliche Anpassung bzw. Änderung der aktuellen Betriebskenngrößen hingewiesen werden.

[0013] In Ausgestaltung der Erfindung ist wenigstens ein hydraulischer Antrieb mit veränderbarem Schluckvolumen angeordnet. Bei hydraulischen Antrieben gilt, dass bei gleicher Antriebsleistung durch eine niedrigere Drehzahl ein höheres statisches Moment erzielbar ist, wodurch gleichzeitig eine höhere Bodenschwingung bewirkt ist. Im Innenstadtbereich können durch einen Betrieb mit höherer Drehzahl Bodenschwingungen redu-

ziert werden, wodurch jedoch gleichzeitig das statische Moment verringert wird. Bei hydraulischen Antrieben mit konstantem Schluckvolumen erweisen sich die vorgenannten Maßnahmen als problematisch, da die Antriebsleistung drehzahlabhängig ist. Durch die Möglichkeit der Veränderung des Schluckvolumens des hydraulischen Antriebs kann die jeweilige Leistungskurve bei Veränderung der Drehzahl entsprechend angepasst werden.

[0014] Bevorzugt ist eine Regelung vorgesehen, über die das Schluckvolumen in Abhängigkeit von Betriebsdruck oder Drehzahl einstellbar ist. Vorteilhaft ist ein Grenzbetriebsdruck und/oder eine Grenzdrehzahl einstellbar.

[0015] Der Erfindung liegt weiterhin die Aufgabe zu Grunde, ein Vibrationsrammgerät zu schaffen, das eine Reduzierung der durch ungünstige Betriebskenngößen des Schwingungserzeugers indizierten Verlustleistungen und damit einen energieeffizienten Betrieb ermöglicht. Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 8 gelöst.

[0016] Mit der Erfindung ist ein Vibrationsrammgerät geschaffen, welches eine Reduzierung der durch ungünstige Betriebskenngößen des Schwingungserzeugers indizierten Verlustleistungen und damit einen energieeffizienten Betrieb ermöglicht.

[0017] In Ausgestaltung der Erfindung ist ein Sensor zur Erfassung der auf das Rammgut einwirkenden Kräfte angeordnet. Durch die Ermittlung dieser Größe ist eine Charakterisierung der Bodenbeschaffenheit ermöglicht. Diese Charakterisierung kann durch die bevorzugte Anordnung wenigstens eines auf das Eindringmedium aufbringbaren Sensors zur Erfassung der Schwingungen des Eindringmediums, der mit der Auswerteeinheit verbunden ist, verbessert werden. Bevorzugt ist ein Sensor zur Erfassung der Eindringgeschwindigkeit des Rammguts vorgesehen.

[0018] In bevorzugter Weiterbildung der Erfindung ist eine Vorrichtung zur automatischen Auswahl eines Vorgabe-Datensatzes auf Grundlage der ermittelten auf das Rammgut einwirkenden Kräfte und/oder der ermittelten Rammgutgeschwindigkeit und -beschleunigung und/oder der erfassten Schwingungen des Eindringmediums vorgesehen. Hierdurch ist eine Programmautomatik realisierbar, durch die in Abhängigkeit von der aufgabenspezifischen Betriebssituation die automatische Auswahl der effizientesten Vorgabegrößen erfolgt, ohne dass ein Eingriff des Bedieners erforderlich ist. Alternativ ist auch eine Halbautomatik realisierbar, bei der dem Bediener ein Betriebskenn Datensatz vorgeschlagen wird, welcher durch den Bediener bestätigt oder verändert werden kann.

[0019] Andere Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung sind in den übrigen Unteransprüchen angegeben. Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird nachfolgend im Einzelnen beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1: Die schematische Darstellung eines Vibrati-

onsrammgerätes mit Trägergerät und

Fig. 2: die schematische Darstellung eines Vibratorgetriebes im Längsschnitt.

5 **[0020]** Das als Ausführungsbeispiel gewählte Vibrationsrammgerät besteht im Wesentlichen aus einem Trägergerät 1, an dem über einen Mäkler 2 ein Schwingungserzeuger (Vibrator) 3 vertikal verschiebbar angeordnet ist. Der Schwingungserzeuger 3 umfasst ein Gehäuse 31, welches von einer Haube 30 umgeben ist. An der Haube 30 ist eine Klemmzange 37 zur Aufnahme von Rammgut 4 angeordnet. Die Haube 30 dient der Führung des Schwingungserzeugers 3 und überträgt die statische Kraft des Mäklers 2 auf den Schwingungserzeuger 3. Der Schwingungserzeuger 3 generiert über rotierende Unwuchten 3311, 3321, 3331, 3511, 3521, 3531 eine Vibration, welche über die Klemmzange 33 auf das Rammgut 4 übertragen wird.

10 **[0021]** Der Schwingungserzeuger 3 ist als Vibratorgetriebe ausgeführt (Figur 2). Es besteht im Wesentlichen aus einem Gehäuse 31, in dem mit Zahnrädern 331, 332, 333, 351, 352, 353 versehene Wellen 33, 35 drehbar gelagert sind. Die Zahnräder 331, 332, 333, 351, 352, 353 sind jeweils mit Unwuchtmassen 3311, 3321, 3331, 3511, 3521, 3531 versehen, wobei die Zahnräder beider Wellen 33, 35 über Zahnräder 3613, 3614 der Rotorwelle 361 eines Schwenkmotors 36 miteinander im Eingriff sind. Die mit Unwuchtmassen 3311, 3321, 3331, 3511, 3521, 3531 versehenen Zahnräder 331, 332, 333, 351, 352, 353 sind über den Schwenkmotor 36 in ihrer rotorischen Position relativ zueinander verstellbar, wodurch die resultierende Unwucht bzw. das resultierende statische Moment einstellbar ist. Derartige Vibratorgetriebe mit drehbar gelagerten Unwuchtmassen, die in der relativen Phasenlage verstellbar sind, sind dem Fachmann beispielsweise aus der DE 20 2007 005 283 U1 bekannt.

20 **[0022]** Der Schwingungserzeuger 3 ist gegenüberliegend den Zahnrädern 331, 332, 333, 351, 352, 353 auf der Innenseite des Gehäuses 31 jeweils mit zwei parallel zum Umfang der Zahnräder beabstandet zueinander angeordneten induktiven Sensoren 310 versehen. Die induktiven Sensoren 310 ermöglichen die Erfassung der Winkelbeschleunigung der rotierenden Unwuchtmassen 3311, 3321, 3331, 3511, 3521, 3531. Über den Zeitversatz der Unwuchtmassen 3311, 3321, 3331, 3511, 3521, 3531 lässt sich weiterhin deren relative Position zueinander ermitteln. Des Weiteren ist an dem Gehäuse 31 des Schwingungserzeugers 3 ein Beschleunigungssensor 311 angeordnet. Zur Verarbeitung der Signale der Sensoren 310, 311 und Ermittlung der vorgenannten Größen ist als Auswerteeinheit eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) 7 angeordnet, welche weiterhin auf Basis von Frequenz und Zeitversatz der Unwuchtmassen zueinander das jeweils anliegende statische Moment berechnet. Alternativ kann auch eine Sensorik mit zwei induktiven Sensoren (also einem induktiven Sensor pro Unwuchtgang) sowie einem auf dem Ge-

häuse des Schwingungserzeugers angebrachter Beschleunigungssensor vorgesehen sein.

[0023] Die Wellen 33, 35 des Schwingungserzeugers 3 sind mit hydraulischen Antrieben 38 verbunden. Im Ausführungsbeispiel weisen die hydraulischen Antriebe 38 ein veränderbares Schluckvolumen auf.

[0024] Der SPS 7 vorgeschaltet ist eine Speichereinheit 10, welche über Leitungen 6 mit der SPS 7 verbunden ist. In der Speichereinheit 10 sind bodenbeschaffenheitsspezifische Vorgabedatensätze mit definierten Betriebskenngrößen hinterlegt. Bei diesen Vorgabegrößen handelt es sich um empirisch ermittelte Größen. Im Ausführungsbeispiel bildet die SPS 7 zusammen mit der Speichereinheit 10 eine Programmautomatik, welche je nach vorliegender Bodenbeschaffenheit einen entsprechenden effizienten Datensatz auswählt. Im Ausführungsbeispiel sind die Datensätze an zu ermittelnde Kraft- und Beschleunigungswerte gekoppelt, welche als Eingangsgrößen der SPS 7 übermittelt werden. Zusätzlich ist als Einflussgröße die Schwingungsemission des umgebenden Eindringmediums hinterlegt.

[0025] Die Ermittlung der Kraft- und Beschleunigungswerte erfolgt über einen Kraftsensor 52 sowie einen Beschleunigungssensor 311. Der Kraftsensor 52 ist derart eingerichtet, dass er die auf das Rammgut 4 einwirkenden Kräfte, die aus der durch den Mäklär 2 aufgebrachten Kräfte sowie der durch das Eindringmedium erzeugten Gegenkraft resultiert, ermittelt und über Leitungen 6 an die SPS 7 übermittelt. Der Beschleunigungssensor 311 ist derart eingerichtet, dass er die Eindringgeschwindigkeit und -beschleunigung des Rammgutes 4 in das Eindringmedium 9 ermittelt und ebenfalls über Leitungen 6 an die SPS 7 übermittelt. Wahlweise kann die Eindringgeschwindigkeit mit einem zusätzlichen Sensor (53) ermittelt werden, vorzugsweise einem Laser zur Abstandsmessung zwischen Vibrator und Boden. Alternativ kann die Ermittlung der anliegenden Kraft auch über einen Beschleunigungssensor 311 und die dynamische Masse erfolgen.

[0026] Zur Ermittlung der Schwingungsemission des das Rammgut 4 umgebenden Bodens 9 ist beabstandet zum Eindringort des Rammgutes 4 ein Schwingungssensor 54 auf den Boden 9 aufgebracht. Dieser Schwingungssensor 54 ermittelt die vom Boden während des Rammvorgangs vom Boden 9 emittierten Schwingungen und übermittelt die erfassten Schwingungswerte über eine Leitung 6 an die SPS 7.

[0027] Auf Basis der so ermittelten Kraft- und Beschleunigungswerte sowie der gemessenen Schwingungswerte wird aus einer Speichereinheit 10 der diesen Werten (bzw. einem Wertebereich, in den die ermittelten Werte fallen) zugeordnete Vorgabe-Datensatz ausgewählt, dessen Vorgabewerte zum Abgleich mit den durch die Sensoren 310, 311 ermittelten Betriebskenngrößen herangezogen werden. In einer alternativen Ausgestaltung ist auch die Auswahl eines Datensatzes durch den Bediener des Vibrationsrammgerätes über ein entsprechendes Bedienfeld möglich.

[0028] In dem Trägergerät 1 ist eine Steuerung 8 angeordnet, welche über Leitungen 6 mit der der Speichereinheit 10 sowie mit der SPS 7 verbunden ist. Die Steuerung 8 ist derart eingerichtet, dass sie aus dem von der SPS 7 ermittelten statischen Moment sowie den von den Sensoren 311 ermittelten Beschleunigungsdaten vor dem Hintergrund der Vorgabekennwerte des aus der Speichereinheit 10 ausgewählten Vorgabe-Datensatzes die optimalen Betriebskenngrößen des Schwingungserzeugers errechnet.

[0029] Die Steuerung 8 ist mit dem in dem Schwingungserzeuger 3 angeordneten Schwenkmotor 36 zur Veränderung der relativen Drehposition der Unwuchtmassen zueinander verbunden. Über die Ansteuerung des Schwenkmotors 36 erfolgt eine Angleichung der aktuellen durch die Sensoren 310, 311 erfassten Betriebskenndaten an die entsprechenden Vorgabewerte des ausgewählten Vorgabedatensatzes. Im Falle der Überschreitung der zulässigen Beschleunigungswerte erfolgt über den Schwenkmotor 36 über das Zahnrad 3621 eine Nachstellung der resultierenden Unwucht bzw. des resultierenden statischen Moments.

[0030] Zusätzlich ist die Installation eines optischen und / oder akustischen Signals im Bedienerstand des Trägergerätes möglich, um den Bediener von der wesentlichen Überschreitung zulässiger Beschleunigungswerte zu informieren. Im Regelfall weist dies auf die Auswahl eines ungeeigneten Betriebskenngrößensatzes aus der Speichereinheit 10 hin. Durch die Aktivierung des Signals wird der Bediener angewiesen, die Auswahl des Vorgabedatensatzes zu überprüfen und gegebenenfalls zu korrigieren.

35 Patentansprüche

1. Schwingungserzeuger für ein Vibrationsrammgerät, umfassend rotierbare Unwuchtmassen, die auf Wellen angeordnet sind, wobei Mittel zur Verstellung der relativen Drehposition der Unwuchtmassen zueinander angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Steuer- und Regelkreis vorgesehen ist, der folgende Komponenten aufweist:

- eine Speichereinheit zur Hinterlegung von Bodenbeschaffenheits- oder Aufgabenspezifischen Vorgabe-Datensätzen mit definierten Betriebskenngrößen, aus der ein jeweils erforderlicher Datensatz auswählbar ist,
- Sensoren (5) zur kontinuierlichen Erfassung der definierten Betriebskenngrößen, umfassend einen Sensor zur Erfassung der Beschleunigung der rotierenden Wellen innerhalb des Schwingungserzeugers (3) und/oder einen Sensor (51) zur Erfassung der Beschleunigung des Schwingungserzeugers,
- eine Auswerteeinheit (7) zum Vergleich der ermittelten Betriebskenngrößen mit den Betriebs-

- kenngroßen des ausgewählten Vorgabe-Datensatzes,
 - eine mit der Auswerteeinheit (7) gekoppelte Regelvorrichtung zur Regelung des Schwingungserzeugers auf Basis der von der Auswerteeinheit (7) ermittelten Abweichungen der über die Sensoren (5) ermittelten Betriebskenngroßen von den Betriebskenngroßen des ausgewählten Vorgabe-Datensatzes,
 - eine mit der Regelvorrichtung gekoppelte Steuervorrichtung zur Ansteuerung der Mittel zur Verstellung der relativen Drehposition der Unwuchtmassen zueinander, und
 - wobei eine Vorrichtung zur automatischen Auswahl eines Vorgabe-Datensatzes auf der Grundlage der von den Sensoren (5) ermittelten Beschleunigungswerte des Schwingungserzeugers vorgesehen ist.
2. Schwingungserzeuger nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** Sensoren (5) zur Erfassung der Frequenz sowie der relativen Position der Unwuchtmassen zueinander angeordnet sind.
3. Schwingungserzeuger nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Sensoren (5) induktive Sensoren und/oder Drehgeber umfassen.
4. Schwingungserzeuger nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (7) auf Basis der von den Sensoren (5, 51) erfassten Messwerten das jeweils anliegende statische Moment ermittelt.
5. Schwingungserzeuger nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (7) eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) aufweist.
6. Schwingungserzeuger nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine akustische und/oder optische Warneinrichtung zur Alarmierung von Fehleingaben vorgesehen ist, die mit der Auswerteeinheit (7) verbunden ist.
7. Schwingungserzeuger nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein hydraulischer Antrieb mit veränderbarem Schluckvolumen angeordnet ist.
8. Vibrationsrammgerät, umfassend einen Schwingungserzeuger (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, einen Mäkler (2), über den der Schwingungserzeuger (3) verfahrbar angeordnet ist und/oder eine Aufnahme für ein Rammgut (4).
9. Vibrationsrammgerät nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Sensor (52) zur Erfassung der auf das Rammgut (4) einwirkenden Kraft angeordnet ist.
10. Vibrationsrammgerät nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Sensor (53) zur Erfassung der Eindringgeschwindigkeit ist.
11. Vibrationsrammgerät nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein externer, auf das Eindringmedium aufbringbarer Sensor (54) zur Erfassung der Schwingungen des Eindringmediums vorgesehen ist, der mit der Auswerteeinheit (7) verbunden ist.
12. Vibrationsrammgerät nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Vorrichtung zur automatischen Auswahl eines Vorgabe-Datensatzes auf Grundlage der ermittelten auf das Rammgut (4) einwirkenden Kraft und/oder der ermittelten Rammgutgeschwindigkeit und/oder -beschleunigung und/oder der erfassten Schwingungen des Eindringmediums vorgesehen ist.
- 25 **Claims**
1. Vibrator for a vibratory pile driver comprising rotating unbalanced masses arranged on shafts, where means for adjusting the relative position of rotation of the unbalanced masses with reference to one another are arranged, **characterised in that** a control and regulating circuit is provided which possesses the following components:
- a memory unit for storing data sets with defined operating parameters regarding ground composition and task-specific settings, from which the data set required in each case can be selected,
 - Sensors (5) for continuous recording of the defined operating parameters, comprising a sensor for recording the acceleration of the rotating shaft within the vibrator (3) and/or a sensor (51) for recording the acceleration of the vibrator,
 - an evaluation unit (7) for comparing the operating parameters recorded with those of the selected task-specific data set,
 - a regulator device coupled to the evaluation unit (7) for regulating the vibrator on the basis of the deviations measured by the evaluation unit (7) of the operating parameters detected by the sensors (5) from the operating parameters of the selected specified data set,
 - a control device coupled to the regulating device for controlling the means of varying the rotation position of the unbalanced masses in relation to one another.
 - where a device for the automatic selection of a specified data set on the basis of the acceler-

ation values of the vibrator detected by the sensors (5) is provided.

2. Vibrator in accordance with claim 1, **characterised in that** sensors (5) are arranged for measuring the frequency and the position of the unbalanced masses in relation to one another.
3. Vibrator in accordance with claim 1 or claim 2, **characterised in that** the sensors (5) comprise inductive sensors and/or rotary encoders.
4. Vibrator in accordance with any of the aforementioned claims, **characterised in that** the evaluation unit (7) calculates the static moment currently being applied on the basis of the values detected by the sensors (5, 51).
5. Vibrator in accordance with any of the aforementioned claims, **characterised in that** the evaluation unit (7) has a stored program control (SPC).
6. Vibrator in accordance with any of the aforementioned claims, **characterised in that** an acoustic and/or visual alarm device for warning of incorrect input is provided and is connected to the evaluation unit (7).
7. Vibrator in accordance with any of the aforementioned claims, **characterised in that** at least one hydraulic drive unit with a variable volumetric displacement is provided.
8. Vibratory pile driver, comprising a vibrator (3) in accordance with any of the claims 1 to 7, a leader (2) along which the vibrator (3) is arranged to move, and/or a retainer for the pile material (4).
9. Vibratory pile driver in accordance with claim 8, **characterised in that** a sensor (52) is arranged for measuring the force acting on the pile material (4).
10. Vibratory pile driver in accordance with claim 8 or claim 9, **characterised in that** a sensor (53) is arranged for measuring the speed of penetration.
11. Vibratory pile driver in accordance with any of the claims 8 to 10, **characterised in that** at least one external sensor (54) is provided, which can be mounted on the penetrating medium for measuring the vibrations of the penetrating medium, and which is connected to the evaluation unit (7).
12. Vibratory pile driver in accordance with any of the claims 9 to 11, **characterised in that** a device is provided for automatically selecting a specified data set on the basis of the force calculated to be acting on the pile material (4) and/or the detected speed

and/or acceleration of the pile material and/or the measured vibrations of the penetrating medium.

5 Revendications

1. Vibreur pour un appareil de fonçage vibratoire, comprenant des masselottes rotatives agencées sur des arbres, sachant que sont agencés des moyens permettant de modifier les positions de rotation relatives des masselottes, **caractérisé en ce qu'un** circuit de commande et de régulation est prévu présentant les composantes suivantes :
 - Une unité mémoire recevant des paquets de données imposés - dans laquelle il est possible de choisir le paquet respectivement nécessaire - spécifiques à la nature du sol et aux tâches à accomplir, paquets qui contiennent des paramètres d'exploitation définis,
 - Capteurs (5) destinés à saisir en continu les paramètres d'exploitation définis, comprenant un capteur pour saisir l'accélération des arbres en rotation dans le vibreur (3) et/ou un capteur (51) pour saisir l'accélération du vibreur,
 - Une unité d'analyse (7) servant à comparer les paramètres d'exploitation déterminés avec les paramètres d'exploitation provenant des paquets de données imposés qui ont été sélectionnés,
 - Un dispositif de régulation couplé à l'unité d'analyse (7) pour réguler le vibreur sur la base des dérives des paramètres d'exploitation détectées par l'unité d'analyse (7) et via les capteurs (5) par rapport aux paramètres d'exploitation composant le paquet sélectionné de données spécifiées,
 - Un dispositif de commande couplé au dispositif de régulation, pour exciter les moyens servant à modifier la position relative de rotation des masselottes les unes par rapport aux autres, et
 - Sachant qu'est prévu un dispositif servant à sélectionner un paquet de données spécifiées sur la base des valeurs d'accélération du vibreur détectées par les capteurs (5).
2. Vibreur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** sont agencés des capteurs (5) servant à saisir la fréquence ainsi que la position relative des masselottes les unes par rapport aux autres.
3. Vibreur selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les capteurs (5) comprennent des capteurs et/ou des encodeurs rotatifs inductifs.
4. Vibreur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'unité d'analyse (7) détermine le moment statique ponctuel sur la base des

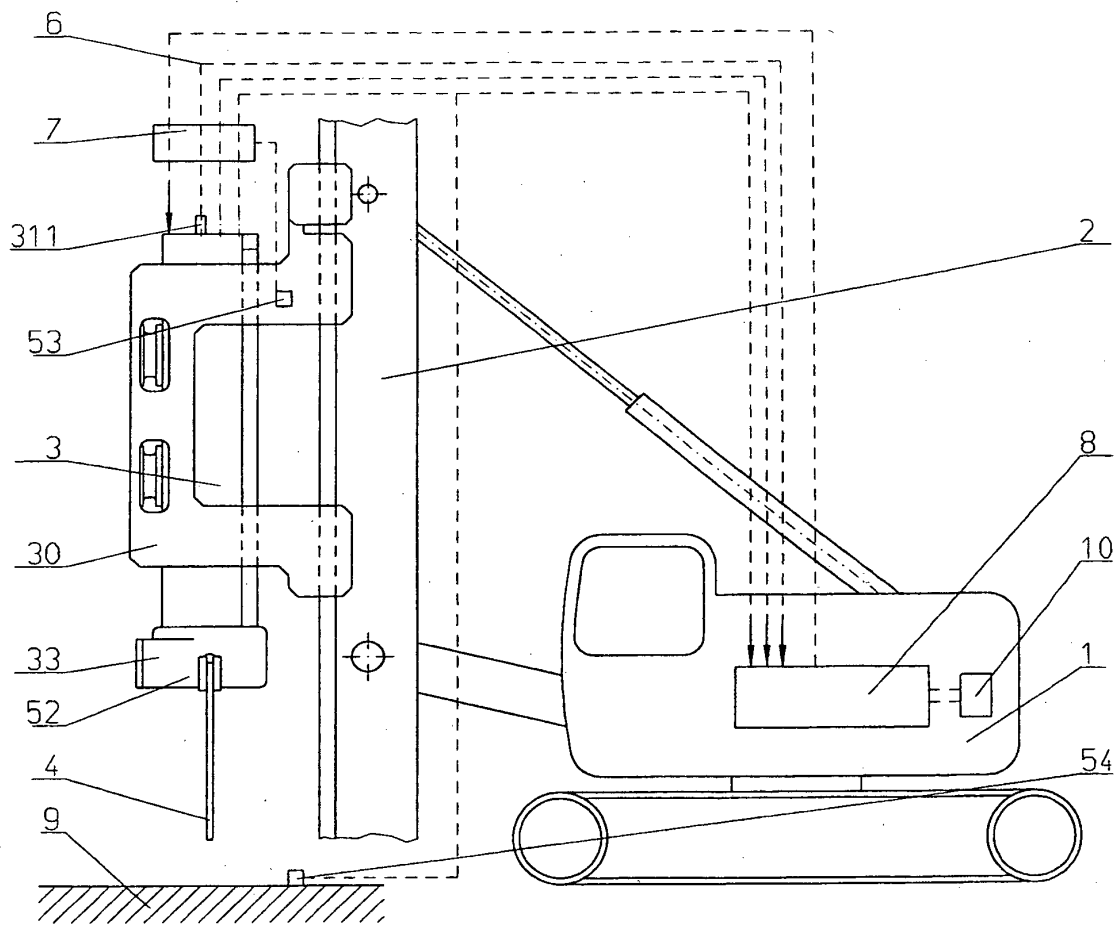
valeurs de mesure saisies par les capteurs (5, 51).

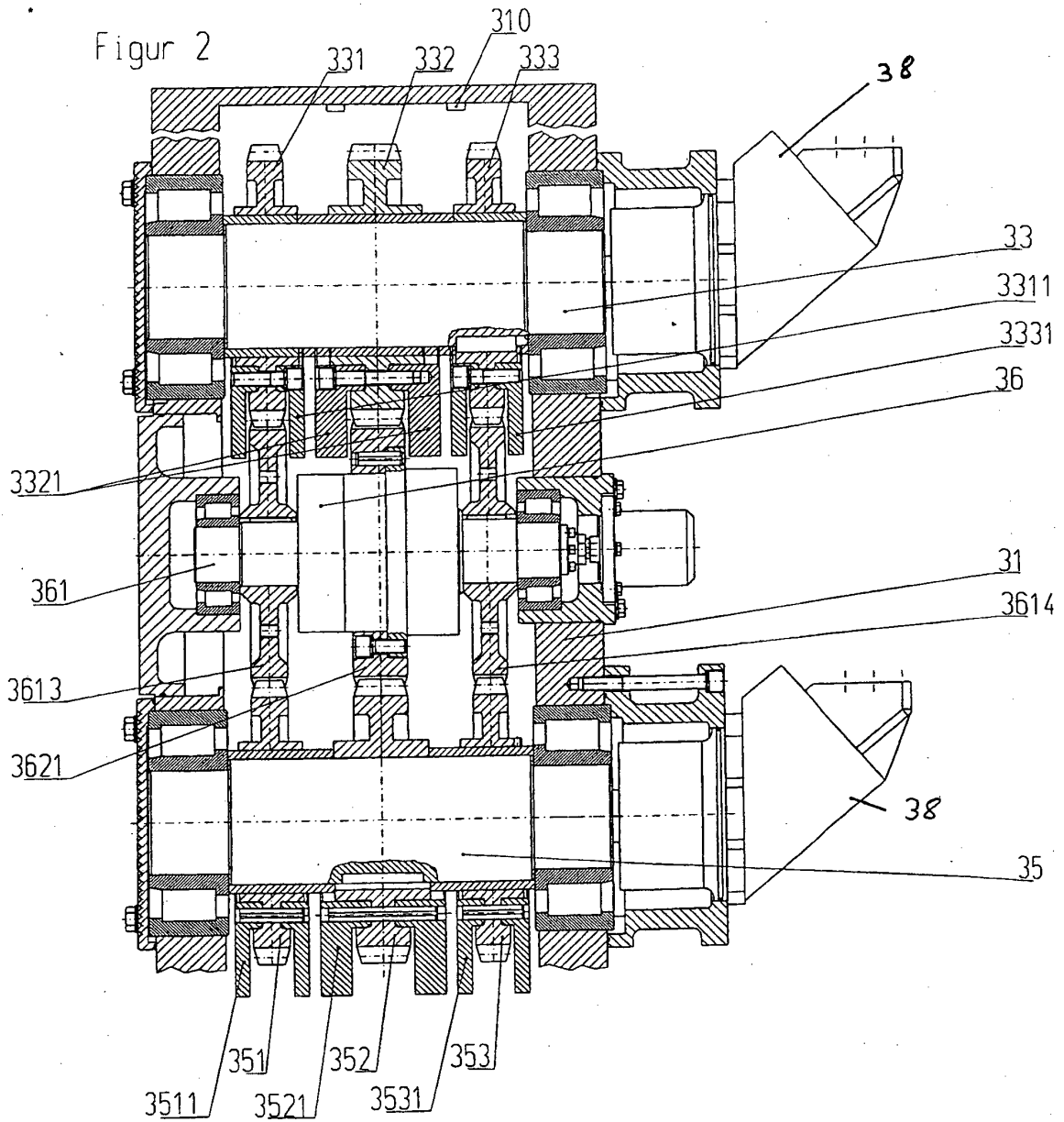
5. Vibrateur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'unité d'analyse (7) présente un automate programmable industriel (API). 5
6. Vibrateur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**est prévu un équipement avertisseur sonore et/ou optique pour donner l'alarme en cas d'erreurs d'entrée, équipement qui est relié à l'unité d'analyse (7). 10
7. Vibrateur selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**est agencé au moins un entraînement hydraulique à volume d'absorption modifiable. 15
8. Appareil de fonçage vibratoire comprenant un vibrateur (3) selon l'une des revendications 1 à 7, une jumelle (2) via laquelle le vibrateur (3) est agencé de manière déplaçable, et/ou un réceptacle recevant l'objet à enfoncer (4). 20
9. Appareil de fonçage vibratoire selon la revendication 8, **caractérisé en ce qu'**est agencé un capteur (52) servant à saisir la force agissant sur l'objet à enfoncer (4). 25
10. Appareil de fonçage vibratoire selon la revendication 8 ou 9, **caractérisé en ce qu'**est agencé un capteur (53) servant à saisir la vitesse de pénétration. 30
11. Appareil de fonçage vibratoire selon l'une des revendications 8 à 10, **caractérisé en ce qu'**est prévu au moins un capteur externe (54) - qu'il est possible de fixer sur l'objet pénétrant afin de saisir les vibrations dudit objet - relié à l'unité d'analyse (7). 35
12. Appareil de fonçage vibratoire selon l'une des revendications 9 à 11, **caractérisé en ce qu'**a été prévu un dispositif pour sélectionner automatiquement un paquet de données spécifié sur la base de la force déterminée agissant sur l'objet à enfoncer (4) et/ou de la vitesse et/ou de l'accélération de l'objet à enfoncer et/ou des vibrations saisies de l'objet pénétrant. 40
45

50

55

Figur 1





IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0926300 A1 [0003]
- EP 0577444 A1 [0003]
- DE 202007005283 U1 [0021]