



(11)

EP 2 243 881 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
26.10.2016 Patentblatt 2016/43

(51) Int Cl.:
E01C 19/38 ^(2006.01) **E02D 3/074** ^(2006.01)
E02F 3/96 ^(2006.01) **E02F 3/36** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10160020.3**

(22) Anmeldetag: **15.04.2010**

(54) **Anbauverdichter, der an einen Bagger ankuppelbar ist, sowie Verfahren zu seinem Betrieb**

Mounted compactor which can be attached to a digger and method for operating same

Compacteur de montage pouvant être couplé sur une machine d'excavation ainsi que son procédé de fonctionnement

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **18.04.2009 DE 202009005813 U**
22.04.2009 DE 102009018490

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.10.2010 Patentblatt 2010/43

(73) Patentinhaber: **MTS Maschinentechnik Schrode
AG
72534 Hayingen (DE)**

(72) Erfinder: **Schrode, Rainer
88529 Zwiefalten (DE)**

(74) Vertreter: **DREISS Patentanwälte PartG mbB
Friedrichstrasse 6
70174 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A2- 1 411 175 WO-A1-2004/053232
DE-A1- 4 343 865 DE-A1-102005 022 627
DE-U1-202005 006 059

EP 2 243 881 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 Anbauverdichter nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Im Bereich der Verdichtungstechnik von Erdböden gibt es verschiedenste Anforderungen durch die Bodenart, die Kornform, der Korngrößenverteilung und durch den Wassergehalt. So erreicht man beispielsweise bei bindigen Böden ein gutes Verdichtungsergebnis, indem die Verdichtungsfrequenzen von eingesetzten Anbauverdichtern niedrig gehalten werden. Bei nichtbindigen, also sandigen Böden, wird hingegen eine hohe Verdichtungsfrequenz angestrebt, um eine gute Verdichtung zu erreichen. Darüber hinaus sind aus erschütterungstechnischer Sicht in innerstädtischen Bereichen höhere Erregerfrequenzen wünschenswert. Eigenfrequenzen von Geschossdecken liegen größtenteils in Bereichen zwischen 10 bis 30Hz (Hertz). Das Risiko von Resonanzeffekten ist bei höheren Frequenzen geringer.

[0003] Zumeist werden hierbei exzentrisch rotierende Systeme eingesetzt. Eine Anordnung von Massen, die exzentrisch um eine Achse rotieren, führt nach physikalischen Gesetzmäßigkeiten zu einer radialen Zentrifugalkraft um diese Achse, mit einer bauartbedingten Unwuchtfrequenz und Unwuchtamplitude. Die so gebildeten dynamischen Kräfte werden über Platten in den Boden abgeleitet. Dadurch wird der zu verdichtende Boden angeregt, sich an seinen Korn-
grenzen zu verschieben und seine Dichte und somit seine Steifigkeit zu erhöhen.

[0004] Vom Markt her sind Anbauverdichter bekannt, die mit so genannten reversierbaren Unwuchtmassen ausgestattet sind. Diese sind auf einer Antriebswelle exzentrisch angeordnet und können in Abhängigkeit von der Drehrichtung unterschiedliche Unwuchtamplituden und damit Schlagkräfte erzeugen, bei einer näherungsweise gleich bleibenden Frequenz. Das Unwuchtsystem besteht beispielsweise aus drei Erregermassen, wovon wenigstens eine um einen bestimmten Winkelbereich auf der Achse im Verhältnis zu den übrigen rotierenden Massen schwenkbar ist. Eine solche Anordnung wird etwa in der DE 20 2005 006 059 U1 beschrieben.

[0005] Ferner sind beispielsweise aus EP 1 411 175 B1 Anbauverdichter bekannt, deren Schwingfrequenz veränderbar ist. WO 2004/053232 A1 beschreibt eine Vibrationsplatte, bei der sowohl die Schwingungsfrequenz als auch die Schwingungsamplitude einstellbar sind. DE 10 2005 022 627 A1 offenbart ein Bodenverdichtungsgerät, bei dem eine Schwingungsfrequenz geregelt wird. DE 43 43 865 A1 betrifft ein Bodenverdichtungsgerät, welches in zwei diskreten Betriebsarten betrieben werden kann.

[0006] Die Aufgabe der Erfindung ist es, den Betrieb eines Anbauverdichters zu verbessern.

[0007] Diese Aufgabe wird durch einen Anbauverdichter nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben. Für die Erfindung wichtige Merkmale finden sich ferner in der nachfolgenden Beschreibung und in den Zeichnungen, wobei die Merkmale sowohl in Alleinstellung als auch in unterschiedlichen Kombinationen für die Erfindung wichtig sein können, ohne dass hierauf nochmals explizit hingewiesen wird.

[0008] Durch die erfindungsgemäß vorgeschlagenen mindestens drei Betriebsarten wird der Einsatzbereich des Anbauverdichters deutlich erweitert, denn mit ihm können sowohl bindige Böden als auch nichtbindige Böden optimal verdichtet werden. Dabei sorgt die Tatsache, dass es sich um drei verschiedene diskrete Betriebsarten handelt dafür, dass komplexe Einstellungsarbeiten ebenso wenig erforderlich sind wie ein lediglich auf dem Gefühl des Benutzers basierendes und somit im Endeffekt eher ungenaues Einstellen. Statt dessen sind die drei diskreten Betriebsarten beispielsweise so ausgelegt, dass Resonanzen von eventuell im Arbeitsbereich des Anbauverdichters liegenden Bauwerken vermieden werden können, wie Gebäude, Brücken, Pfeiler und dergleichen, damit diese nicht beschädigt werden.

[0009] Erfindungsgemäß ist ferner vorgesehen, dass der Anbauverdichter eine vorzugsweise optische Anzeigeeinrichtung umfasst, welche dem Baggerführer im Betrieb die aktuelle Betriebsart des Anbauverdichters anzeigt. Hierdurch wird die Handhabung stark vereinfacht.

[0010] Die Anzeigeeinrichtung ist dabei derart ausgeführt, dass sie ein der jeweiligen Betriebsart zugeordnetes erstes Signal - beispielsweise ein Dauersignal - abgibt, wenn sich der Anbauverdichter wenigstens ungefähr in einer der mindestens drei diskreten Betriebsarten befindet, und ein der jeweiligen Betriebsart zugeordnetes zweites Signal - beispielsweise ein intermittierendes Signal - abgibt, wenn sich der Anbauverdichter leicht außerhalb der entsprechenden Betriebsart befindet.

[0011] Dabei geht die Erfindung aus von einer Unwuchterzeugung, wie sie üblicherweise bei Anbauverdichtern verwendet wird, insbesondere auch in Ausführungen, die an einen Bagger ankuppelbar sind. Dabei ist es günstig, wenn der Anbauverdichter von einem Hydrauliksystem angetrieben und gesteuert wird, vorzugsweise von dem des Baggers. Es wird die Tatsache genutzt, dass rotierende Massen, deren Schwerpunkte exzentrisch zu ihrer Drehachse liegen, eine Unwucht erzeugen. Diese lässt sich nach dem Satz von Steiner für einzelne oder mehrere rotierende Massen bestimmen. Dabei ist vorgesehen, dass die rotierenden Massen abhängig von einer Drehrichtung einer Antriebswelle unterschiedliche Endstellungen zueinander einnehmen. Dies wird erreicht, indem ein Teil der rotierenden Massen starr mit der Antriebswelle gekoppelt sind, ein anderer Teil dagegen in einem bestimmten Winkelbereich um die Antriebswelle schwenkbar ist, beispielsweise in einem Bereich von ungefähr 180 Grad.

[0012] Bei einem Wechsel der Drehrichtung der Antriebswelle können die schwenkbaren rotierenden Massen dann infolge ihrer Trägheit jeweils eine von zwei möglichen Endstellungen relativ zu den starren rotierenden Massen annehmen. Dadurch wird eine Art "Mitnehmer-System" gebildet. Die starr auf der Antriebswelle angebrachten rotierenden

Massen können mit der Antriebswelle formschlüssig oder kraftschlüssig verbunden sein, also beispielsweise über eine Verzahnung oder eine Aufschumpfung.

[0013] Dabei könnte der Unwuchterzeuger eine oder mehrere bezüglich der Antriebswelle starre rotierende Massen und eine oder mehrere um die Antriebswelle in einem Winkelbereich von bis zu ungefähr 180 Grad schwenkbare rotierende Massen enthalten, und diese könnten auf der Antriebswelle so angeordnet sein, dass Unwuchten nur in einer durch die Drehrichtung bestimmten Ebene auftreten. Dadurch wird eine Symmetrierung der Massen erreicht in Bezug auf die Drehbewegung der Antriebswelle und ein Torkeln des Unwuchterzeugers verhindert. Zugleich werden damit auch die Lager der Antriebswelle geschont. Mindestens benötigt ein solcher Unwuchterzeuger daher drei rotierende Massen, eine schwenkbare rotierende Masse etwa mittig auf der Antriebswelle und zwei starre rotierende Massen symmetrisch zu beiden Seiten. Der Unwuchterzeuger kann konstruktiv flexibel ausgelegt werden, wenn eine Verwendung auch von mehr als insgesamt drei rotierenden Massen berücksichtigt wird. Der Wechsel der Drehrichtung der Antriebswelle lässt sich einfach erreichen, wenn dazu beispielsweise vom Bagger die Fließrichtung des den Hydraulikmotor antreibenden Hydraulikstroms ("Volumenstrom") umgekehrt wird.

[0014] Denkbar wäre auch eine Variation der Gesamtexzentrizität durch wahlweises Hinzu- oder Abschalten mindestens einer zusätzlichen Antriebswelle mit mindestens einer zusätzlichen exzentrischen Masse.

[0015] Bevorzugt liegt die Schlagfrequenz in der zweiten Betriebsart zwischen der Schlagfrequenz in der ersten und in der dritten Betriebsart. Damit liegt die Schlagkraft in der zweiten Betriebsart zwar unterhalb jener der beiden anderen Betriebsarten, jedoch bei einer gegenüber der ersten Betriebsart etwas erhöhten Schlagfrequenz. Es wird somit sozusagen ein "Soft-Mode" mit geringer Schlagkraft und relativ niedriger Schlagfrequenz geschaffen, die zur besonders sicheren Vermeidung von Resonanzen jedoch gegenüber jener der ersten Betriebsart etwas erhöht ist.

[0016] Ferner wird vorgeschlagen, dass die Schlagfrequenzen und Exzentrizitäten so aufeinander abgestimmt sind, dass die Schlagkraft des Anbauverdichters in der ersten Betriebsart wenigstens in etwa der Schlagkraft in der dritten Betriebsart entspricht, und vorzugsweise die Schlagkraft in der zweiten Betriebsart ungefähr 50 bis 60% hiervon beträgt. Dies gestattet eine Abdeckung von fast allen möglichen Einsatzszenarien.

[0017] Dies gilt insbesondere dann, wenn die Schlagfrequenz in der ersten Betriebsart zwischen 30 und 40 Hz, vorzugsweise ungefähr bei 35 Hz, in der zweiten Betriebsart zwischen 40 und 50 Hz, vorzugsweise ungefähr bei 45 Hz, und in der dritten Betriebsart zwischen 55 und 65 Hz, vorzugsweise ungefähr bei 60 Hz liegt.

[0018] Beispielsweise werden drei Betriebsarten X1, X2 und X3 definiert, die in erfindungsgemäßer Kombination aus Drehrichtung und Drehzahl Eigenschaften aufweisen, wie sie in der nachfolgenden Tabelle beispielhaft und als ungefähre Größenangabe beschrieben sind:

Betriebsart	Exzentrizität der Massen	Schlagfrequenz	Schlagkraft
X1	groß	klein (ca. 35 Hz)	groß (ca. 80-100 kN)
X2	klein	mittel (ca. 45Hz)	mittel (ca. 40-60 kN)
X3	klein	groß (ca. 60 Hz)	groß (ca. 80-100 kN)

[0019] In der Betriebsart X1 wird eine maximale Exzentrizität und somit eine maximale Unwucht eingestellt, und der den Hydraulikmotor antreibende Hydraulikstrom ist so eingestellt, dass sich dabei eine Schlagfrequenz von etwa 35 Hz ergibt. Dies führt zu einer Unwuchtamplitude bzw. Schlagkraft von etwa 80-100 kN, insbesondere von ungefähr 85 kN.

[0020] In der Betriebsart X2 wird eine minimale Exzentrizität und somit eine minimale Unwucht eingestellt. Der den Hydraulikmotor antreibende Hydraulikstrom bleibt gegenüber dem X1-Betrieb in etwa unverändert, so dass sich als Folge der Entlastung durch die geringere Unwucht eine leicht erhöhte Schlagfrequenz von etwa 45 Hz ergibt. Im Ergebnis führt dies zu einer Unwuchtamplitude bzw. Schlagkraft von etwa 40-60 kN, insbesondere von ungefähr 45 kN.

[0021] In der Betriebsart X3 ist die Exzentrizität bzw. Unwucht identisch zum X2-Betrieb. Der den Hydraulikmotor antreibende Hydraulikstrom wird jedoch im Vergleich zum X1- und X2-Betrieb auf einen erhöhten Wert eingestellt, so dass sich als Folge eine gleichfalls erhöhte Schlagfrequenz von etwa 60 Hz ergibt. Damit wiederum wird aufgrund der schnelleren Rotation trotz einer zu X2 gleichen Massenverteilung eine hohe Unwuchtamplitude bzw. Schlagkraft ähnlich dem X1-Betrieb von etwa 80-100 kN, insbesondere von ungefähr 85kN erreicht.

[0022] Die drei Betriebsarten X1, X2 und X3 lassen sich dabei allein mittels einer Umstellung oder Umschaltung des Hydraulikstroms einstellen, wobei die Grundhydraulik des Baggers konstruktiv dieselbe ist. Damit wird ein übermäßiger baulicher Aufwand vermieden. Des weiteren kann die Betriebsart X1 eine Grundbetriebsart darstellen, von der aus jeweils in einen X2- oder X3-Betrieb umgeschaltet und bedarfsweise wieder zurückgeschaltet wird.

[0023] In Weiterbildung hierzu wird vorgeschlagen, dass die Anzeigeeinrichtung so ausgeführt ist, dass sie das erste Signal abgibt, wenn die aktuelle Schlagfrequenz ungefähr innerhalb von +/- 2,5 Hz einer Sollfrequenz der jeweiligen Betriebsart liegt, und das zweite Signal abgibt, wenn die aktuelle Schlagfrequenz von der Sollfrequenz um mehr als

ungefähr $\pm 2,5$ Hz, jedoch weniger als ungefähr 5 Hz abweicht, und ein drittes oder gar kein Signal abgibt, wenn die aktuelle Schlagfrequenz um mehr als ungefähr 5 Hz von der Sollfrequenz abweicht.

[0024] Besonders robust, preiswert und für den Benutzer, beispielsweise den Baggerführer, leicht verständlich ist es, wenn die Anzeigeeinrichtung drei Leuchteinrichtungen, insbesondere LEDs umfassend, aufweist, von denen jeweils eine einer der drei Betriebsarten zugeordnet ist.

[0025] Die Konstruktion des Anbauverdichters ist einfach, wenn die Schlagfrequenz im Betrieb nur über den vom Bagger bereitgestellten Hydraulikstrom veränderbar ist. Auf ein im oder am Anbauverdichter vorhandenes Hydraulikventil kann dann verzichtet werden.

[0026] Alternativ könnte der Anbauverdichter ein Schaltmittel zur Veränderung der Drehzahl der Antriebswelle enthalten, welches ein hydraulisches Schaltventil aufweist, und welches in einer ersten Stellung einen zusätzlichen Volumenstrom freigibt und in einer zweiten Stellung den zusätzlichen Volumenstrom sperrt. Damit kann durch ein Zuschalten eines parallelen Pfades der Volumenstrom zum Antrieb des Hydromotors erhöht und dessen Drehzahl gesteigert werden, woraus sich eine entsprechende Erhöhung der Schlagfrequenz ergibt. Diese Variante ist ohne große konstruktive Veränderungen auch bei bestehenden Ausführungen von Anbauverdichtern realisierbar und somit vergleichsweise kostengünstig. Ggf. ist diese Variante sogar bei bestehenden Anbauverdichtern nachrüstbar.

[0027] Eine Abwandlung dazu sieht vor, dass das Schaltmittel ein hydraulisches Schaltventil aufweist, welches in einer ersten Stellung einen ersten Volumenstrom und in einer zweiten Stellung einen zweiten Volumenstrom freigibt. Daraus ergibt sich eine konstruktive Vereinfachung der Hydraulik des Anbauverdichters, indem eine Veränderung des Volumenstroms über ein einziges Element geschehen kann, und ein zuschaltbarer paralleler Pfad nicht erforderlich ist.

[0028] Besonders nützlich ist es, wenn das Schaltmittel durch einen hydraulischen Schaltimpuls oder elektrohydraulisch oder manuell betätigbar ist. Dadurch kann der Hydraulikstrom auf eine an eine Bauart des Unwuchterzeugers oder des Baggers angepasste Weise umgestellt oder umgeschaltet werden. Insbesondere ist die Umschaltung durch einen kurzen hydraulischen Impuls ("Kugelschreiberprinzip") vorteilhaft, wenn eine manuelle Umstellung nicht in Frage kommt und eine elektrische oder zusätzliche hydraulische Verbindung zwischen dem Anbauverdichter und dem ihn betreibenden Bagger nicht vorgesehen ist.

[0029] Eine weitere wichtige Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, dass die Masse relativ zur Antriebswelle und um eine zur Antriebswelle parallele oder koaxiale Achse von einer ersten in eine zweite Stellung und zurück verschwenkbar ist und mindestens eine Anschlagfläche aufweist, die mit einem relativ zur Antriebswelle starren jedoch in sich gummielastischen Anschlagpuffer zusammenarbeitet, wobei die Anschlagfläche um eine zur Antriebswelle parallele Achse schwenkbar gelagert ist. Dem liegt folgende Überlegung zugrunde: Sinnvoll ist es, die erste und die zweite Stellung so zu wählen, dass zwei sehr unterschiedliche Exzentrizitäten entstehen. Dabei wird die erforderliche Begrenzung mit Hilfe einer zweiseitig wirkenden Anschlagvorrichtung, bestehend aus einem drehbar gelagerten Anschlagbolzen und zum Beispiel vier Anschlagpuffern verwirklicht. Die bei einem Wechsel der Drehrichtung der Antriebswelle auftretende Winkelbeschleunigung führt zusammen mit dem Trägheitsmoment der schwenkbaren rotierenden Masse zu hohen Kräften beim Erreichen der Endstellungen. Die Anschlagpuffer nehmen diese Kräfte auf und absorbieren zumindest einen Teil der Bewegungsenergie.

[0030] Beispielsweise sind die Anschlagpuffer als progressiv arbeitende Strukturdämpfer aus einem Material ausgeführt, das ganz oder teilweise aus Co-Polyester-Elastomeren besteht und auf einer Metallfläche der starren rotierenden Massen aufvulkanisiert ist. Es kann vorteilhaft sein, die Anschlagpuffer als (dichte) Hohlkörper zu gestalten, so dass die darin enthaltene Luft an der Energieaufnahme beteiligt ist. Vorzugsweise besitzt der Anschlagbolzen (spiegelbildlich an seinen Enden) insgesamt vier Anschlagflächen, nämlich zwei für jede der beiden Endstellungen der schwenkbaren rotierenden Masse. Damit wird eine - bezogen auf eine zylindrische Grundform des Anschlagbolzens - größtmögliche Fläche für die den Anschlag bestimmende Zone ermöglicht. Je größer die den Anschlag bestimmende Fläche ist, um so niedriger bleiben die bei einem Anschlag auftretenden Druckspannungen in den Anschlagpuffern.

[0031] Die Verdrehbarkeit des Anschlagbolzens führt dazu, dass sich dieser beim Auftreffen auf die Anschlagpuffer von selbst automatisch so justiert, dass die Anschlagflächen des Anschlagbolzens die Oberflächen der Anschlagpuffer -wenigstens in etwa planparallel berühren. Der Anschlagbolzen kann sich also während der Verformungsphase der Anschlagpuffer drehen und so eine flächige Berührung der Anschlagflächen auf die Anschlagpuffer aufrecht erhalten. Dabei hilft es, wenn der Anschlagbolzen nur in einem beschränkten Winkelbereich um seine Achse drehbar ist, beispielsweise in einem Winkelbereich von ± 12 Grad. Außerdem verhindert die Beschränkung des Winkelbereichs, dass der Anschlagbolzen in einer ihn aufnehmenden Bohrung infolge Vibrationen unkontrolliert zu drehen beginnt.

[0032] Vorgeschlagen wird ferner, dass die bewegliche Masse eine Vielzahl von Teilmassen umfasst, die in einem Aufnahmeraum aufgenommen sind, dessen Volumen größer ist als das Gesamtvolumen der Teilmassen, und der mindestens eine Begrenzungswand aufweist, welche die Teilmassen in der ersten Drehrichtung in eine erste Position und in der zweiten Drehrichtung in eine zweite Position zwingt, wobei der Gesamtschwerpunkt der Teilmassen in der ersten Position insgesamt einen anderen Abstand zur Drehachse aufweist als in der zweiten Position. Ein solcher Unwuchterzeuger arbeitet sehr verschleißarm und hat daher eine große Lebensdauer.

[0033] Nachfolgend werden beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnung

erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 eine schematische Seitansicht eines Anbauverdichters;

5 Figur 2 eine perspektivische Ansicht eines Unwuchterzeugers des Anbauverdichters von Figur 1 in einer ersten Betriebsart;

Figur 3 eine perspektivische Ansicht des Unwuchterzeugers von Figur 2 in einer zweiten Betriebsart;

10 Figur 4 einen Querschnitt durch einen Bereich des Unwuchterzeugers von Figur 2 längs der Linie IV-IV von Figur 3;

Figur 5 ein Schaltplan einer ersten Ausführungsform einer Hydraulikschaltung des Anbauverdichters von Figur 1 für eine erste Betriebsart;

15 Figur 6 eine Darstellung ähnlich zu Figur 5 für eine zweite Betriebsart;

Figur 7 eine Darstellung ähnlich zu Figur 5 für eine dritte Betriebsart;

20 Figur 8 ein Schaltplan einer zweiten Ausführungsform einer Hydraulikschaltung des Anbauverdichters von Figur 1;

Figur 9 einen Schnitt durch eine alternative Ausführungsform eines Unwuchterzeugers des Anbauverdichters von Figur 1;

25 Figur 10 eine Ansicht von vorne des Anbauverdichters von Figur 1; und

Figur 11 ein Diagramm zur Erläuterung einer Einstellung einer Betriebsart des Anbauverdichters der Figur 1..

[0034] In allen Figuren werden für funktionsäquivalente Teile oder Größen die jeweils gleichen Bezugszeichen verwendet.

30 **[0035]** In der Figur 1 ist ein Anbauverdichter 10 dargestellt, der einen Unwuchterzeuger 12 umfasst. Der Unwuchterzeuger 12 ist mit einem Hydraulikmotor 13 verbunden, der wiederum mit dem Hydrauliksystem eines nicht dargestellten Baggers verbunden ist. Durch den Unwuchterzeuger 12 wird im Betrieb eine Verdichterplatte 14 in Schwingung versetzt. Die Verdichterplatte 14 ist über Verbindungselemente 15 und Puffereinrichtungen 16, insbesondere Metallgummipuffer, mit einem Oberteil 17 des Anbauverdichters 10 elastisch verbunden. Der Anbauverdichter 10 ist über eine Aufnahme 18 an einem Baggerarm 19 befestigbar. Die Aufnahme 18 kann als Schnellwechselsystem ausgebildet sein. Dadurch kann auf einfache Art und Weise eine mechanische und hydraulische Verbindung zum Bagger hergestellt werden. Unterhalb der Aufnahme 18 schließt sich ein Drehmotor 20 an, über den der Anbauverdichter 10 bezüglich des Baggerarms 19 verdreht werden kann. Der Hydraulikmotor 13 ist bei der gezeigten Ausführungsform unter Zwischenschaltung eines Ventilblocks 60 über Hydraulikleitungen 21 und die Aufnahme 18 mit dem Hydrauliksystem des Baggers verbunden. Über den Ventilblock 60 kann der Volumenstrom, der vom Bagger zum Hydraulikmotor 13 gelangt, auf verschiedene Weise eingestellt werden kann, wie weiter unten unter Bezugnahme auf die Figuren 5 bis 8 erläutert werden wird. Die Flussrichtung des Hydraulikstroms zum Hydraulikmotor 13 ist baggerseitig umkehrbar. Alternativ oder zusätzlich kann der Volumenstrom aber auch vom Bagger eingestellt werden, beispielsweise indem der Baggerführer ein entsprechendes Steuerelement (Gaspedal, Steuerknüppel) entsprechend betätigt. Hierauf wird am Ende dieser Beschreibung noch stärker im Detail eingegangen werden.

45 **[0036]** Figur 2 zeigt eine Ansicht einer ersten Ausführungsform des Unwuchterzeugers 12 in einer ersten Betriebsart mit kleiner Unwuchtamplitude: An eine Antriebswelle 30 sind zwei starre rotierende und gegenüber einer Mittelachse der Antriebswelle 30 exzentrisch angeordnete Massen 32a und 32b starr angekoppelt. Auf radialen Absätzen (ohne Bezugszeichen) der starren rotierenden Massen 32a und 32b sind insgesamt vier hohle Anschlagpuffer 34 angeordnet, beispielsweise durch eine Aufvulkanisierung, von denen in der perspektivischen Darstellung der Figuren 2 und 3 nur zwei sichtbar sind, und deren Funktion weiter unten stärker im Detail erläutert werden wird.

50 **[0037]** Zwischen den gegenüber der Antriebswelle 30 starren rotierenden Massen 32a und 32b befindet sich eine gegenüber der Antriebswelle 30 schwenkbare rotierende Masse 36. Die Schwenkachse der Masse 36 ist koaxial zur Antriebswelle 30. Mittels Verschwenken kann die Masse 36 relativ zur Antriebswelle 30 und den beiden zur Antriebswelle 30 starren Massen 32a und 32b in eine von zwei Endstellungen gebracht werden. In Figur 2 befindet sich die schwenkbare rotierende Masse 36 bezüglich der Antriebswelle 30 den starren rotierenden Massen 32a und 32b gegenüber, so dass sich in der Summe aller drei Massen 32a, 32b, 36 eine relativ kleine Unwucht ergibt.

[0038] Figur 3 zeigt den Unwuchterzeuger 12 mit der schwenkbaren rotierenden Masse 36 in der anderen der beiden

möglichen Endstellungen: Die Masse 36 ist in der Achsenrichtung der Antriebswelle 30 gesehen größtenteils in derselben Flucht mit den starren rotierenden Massen 32a und 32b angeordnet, also von der Antriebswelle 30 aus gesehen auf der gleichen Seite wie die starren rotierenden Massen 32a und 32b, so dass sich in der Summe aller drei Massen 32a, 32b, 36 eine relativ große Unwucht ergibt.

[0039] In einer Aufnahmebohrung 38 der schwenkbaren rotierenden Masse 36 ist ein mit den Anschlagpuffern 34 an den starren rotierenden Massen 32a und 32b in noch darzustellender Weise zusammenwirkender drehbarer Anschlagbolzen 40 untergebracht, der mit seinen abragenden Enden beidseitig über die Aufnahmebohrung 38 übersteht. Jedes abragende Ende weist zwei entgegengesetzt angeordnete planparallele Anschlagflächen 42 auf. In Figur 3 sind zwei ausgeformte Bohrungen 44 in der schwenkbaren rotierenden Masse 36 sichtbar, welche in ihrem Querschnitt eine langlochähnliche Form besitzen. Darin sind zwei zylindrische Stifte 46 aufgenommen, die an ihrem nicht sichtbaren Ende fest im Anschlagbolzen 40 verankert sind. Auf diese Weise ist der Anschlagbolzen 40 in der Aufnahmebohrung 38 entsprechend der Geometrie der ausgeformten Bohrungen 44 um einen kleinen Bereich drehbar.

[0040] Wie aus Figur 2 ersichtlich ist, ruht der Anschlagbolzen 40 mittels der Anschlagflächen 42 in der in Figur 2 gezeigten Endstellung der schwenkbaren rotierenden Masse 36 auf den in den Figuren 2 und 3 hinteren Anschlagpuffern 34. Wie aus Figur 3 ersichtlich ist, ruht der Anschlagbolzen 40 mittels der Anschlagflächen 42 in der in Figur 3 gezeigten Endstellung der schwenkbaren rotierenden Masse 36 auf den in den Figuren 2 und 3 vorderen Anschlagpuffern 34. Dabei wird durch die Verdrehbarkeit des Anschlagbolzens 40 für eine zu jedem Zeitpunkt parallele und damit großflächige Berührung zwischen den Anschlagflächen 42 und den Anschlagpuffern 34 gesorgt.

[0041] Figur 4 zeigt einen Querschnitt durch jenen Bereich der schwenkbaren rotierenden Masse 36, in dem die Bohrungen 44 vorhanden sind, wobei die Schnittebene orthogonal zur Längsachse der Antriebswelle 30 ist und durch die in Figur 3 dargestellt Linie IV-IV geht. Im Anschlagbolzen 40 sind die Stifte 46 fest verankert, beispielsweise eingepresst oder eingeschraubt. Bei einer Verdrehung des Anschlagbolzens 40 in der Aufnahmebohrung 38 werden die Stifte 46 in der ausgeformten Bohrung 44, begrenzt durch die Größe der Spalte 48, verschwenkt. Damit ist der Anschlagbolzen 40 über einen Winkelbereich 50 in Bezug auf eine durch seine Mittelachse 52 gehende Referenzlinie 54 begrenzt drehbar.

[0042] Figur 5 zeigt ein Schema der Hydraulikschaltung des Ventilblocks 60 zum Betreiben des Unwuchterzeugers 12 in einer ersten Betriebsart. Ausgehend von Hydraulikanschlüssen P, R und L an einer hydraulischen Schnellkupplung 62 an der Aufnahme 18 (im unteren Teil von Figur 5) fließt ein druckbeaufschlagter Vorlaufstrom 64 durch verschiedene Elemente hin zum Hydraulikmotor 13. Die weißen Dreiecksymbole 64 kennzeichnen den druckbeaufschlagten Hauptflussweg. Der Hydraulikstrom fließt dabei über ein druckgesteuertes Rückschlagventil 76 und ein einstellbares Stromregelventil 78 hin zum Hydraulikmotor 13. Das Stromregelventil 78 hat die Aufgabe, den Hydraulikstrom druckunabhängig gleich zu halten. Parallel zum Stromregelventil 78 liegt ein Rückschlagventil 80, welches zum Hydraulikmotor 13 hin sperrt.

[0043] Ausgehend vom Hydraulikmotor 13 (im oberen Teil der Figur) fließt ein durch schwarze Dreiecksymbole gekennzeichnete Rücklaufstrom 74 durch verschiedene Elemente zurück zur Schnellkupplung 62. Der Hydraulikstrom fließt dabei über ein normales Rückschlagventil 66 und ein druckgesteuertes Rückschlagventil 68 zurück zur Schnellkupplung 62. Parallel zum Rückschlagventil 66 liegen in Nebenpfaden je ein Stromregelventil 70 und 72, Letzteres in Reihe mit einem Schaltventil 88. Das Schaltventil 88 kann dabei entweder manuell oder durch eine elektrische Fernwirkung (elektrohydraulisches Ventil) betätigbar sein. Die Elemente 66, 70, 72 und 88 bilden insgesamt ein hydraulisches Schaltmittel 87.

[0044] Parallel zum Hydraulikmotor 13 sind gegenläufig zwei Druckbegrenzungsventile 82 und 84 angeordnet, beispielsweise zum Ausgleich transients Betriebszustände, um etwa einen Druckausgleich und ein gesteuertes Abbremsen im Nachlauf nach einem Abschalten der Hydropumpe des Baggers zu ermöglichen. Eine Leckageleitung 86 verbindet den Hydraulikmotor 13 direkt mit der Schnellkupplung 62 zur Rückführung eventueller Leckageströme.

[0045] In Figur 5 ist die Hydraulikschaltung 60 in einem sogenannten "X1"-Betrieb dargestellt. In diesem liegen am P-Anschluss der Schnellkupplung 62 ein hoher Versorgungsdruck und am R-Anschluss ein Rücklaufdruck an. Das Schaltventil 88 ist geschlossen. Hydraulikfluid strömt über das Rückschlagventil 76 und das Stromregelventil 78 zum Hydraulikmotor 13 und von dort über das Rückschlagventil 66 und das Rückschlagventil 68 zurück. Der Druck des Hydraulikstroms an der Stelle 68a steuert das Rückschlagventil 68 auf. Ohne die Verwendung des Rückschlagventils 68 bestünde die Gefahr des Kavitierens des Hydraulikmotors 13 beim Ausschalten. In dieser X1-Betriebsart dreht der Unwuchterzeuger 12 in einer ersten Drehrichtung, in der die schwenkbare rotierende Masse 36 in der in Figur 3 gezeigten Stellung (große Unwucht) ist und eine Drehzahl von beispielsweise ungefähr 35 1/sec erreicht wird. Es ergibt sich eine Schlagkraft von beispielsweise ca. 90 kN.

[0046] Figur 6 zeigt die Hydraulikschaltung 60 bei einer gegenüber Figur 5 umgekehrten Fließrichtung des Hydraulikstroms, was als "X2"-Betrieb bezeichnet wird. Ausgehend von dem nun druckbeaufschlagten Anschluss R der Schnellkupplung 62 fließt der Vorlaufstrom 64 nun über das Rückschlagventil 68 und das Stromregelventil 70 hin zum Hydraulikmotor 13. Das Stromregelventil 70 hat wiederum die Aufgabe, den Hydraulikstrom druckunabhängig gleich zu halten. Ausgehend vom Hydraulikmotor 13 fließt der Rücklaufstrom 74 über das Rückschlagventil 80 und das Rückschlagventil 76 zurück zum nun drucklosen Rücklaufanschluss P an der Schnellkupplung 62. In dieser X2-Betriebsart dreht der Unwuchterzeuger 12 in einer zweiten Drehrichtung, in der die schwenkbare rotierende Masse 36 in der in Figur 2

gezeigten Stellung (kleine Unwucht) ist und eine Drehzahl von beispielsweise ungefähr 45 1/sec erreicht wird. Es ergibt sich eine Schlagkraft von beispielsweise ca. 50 kN.

[0047] Figur 7 zeigt die Hydraulikschaltung 60 in einer dritten Betriebsart, die als "X3-Betriebsart" bezeichnet wird. Die Fließrichtung des Hydraulikfluids und somit die Drehrichtung des Unwuchterzeugers 12 entsprechen Figur 6. In diesem "X3"-Betrieb ist jedoch das Schaltventil 88 geöffnet und erhöht, ergänzend zum Strom über das Stromregelventil 70, die Durchflussmenge. Beispielsweise steht der Volumenstrom durch das Schaltventil 88 zum Volumenstrom durch das Stromregelventil 70 in einem Verhältnis von 1:2. In dieser X3-Betriebsart wird eine Drehzahl von beispielsweise ungefähr 60 1/sec erreicht, bei einer Schlagkraft von beispielsweise ca. 90 kN.

[0048] Figur 8 zeigt ein Schema einer abgewandelten Ausführungsform einer Hydraulikschaltung des Ventilblocks 60 zum Betreiben und Steuern des Unwuchterzeugers 12, bei der, abweichend von den Darstellungen der Figuren 5 bis 7, an Stelle des Schaltventils 88 ein Impulsventil 90 in den Hydraulikstrom eingefügt ist. Das Impulsventil kann mittels eines kurzen hydraulischen Impulses ("Kugelschreiberprinzip") geöffnet oder geschlossen werden. Dazu wird ein hydraulischer Steuerstrom 92 benutzt, der an einer geeigneten Stelle an dem druckbeaufschlagten Zweig stromabwärts vom P-Anschluss abgegriffen ist. Bedarfsweise können die Druckbegrenzungsventile 82 und 84 für einen Betrieb mit einem Impulsventil 90 auf andere Schwellwerte eingestellt werden als für einen Betrieb mit einem Schaltventil 88. Beispielsweise sind die Schwellwerte um einen Faktor 1,75 erhöht.

[0049] Eine alternative Ausführungsform eines Unwuchterzeugers 12 ist in Figur 9 gezeigt. Dabei gilt, dass solche Elemente und Bereiche, die funktionsäquivalent zu in vorhergehenden Figuren beschriebenen Elementen und Bereichen sind, die gleichen Bezugszeichen tragen und nicht nochmals im Detail erläutert sind.

[0050] Der Unwuchterzeuger 12 umfasst ein zylindrisches bzw. trommelförmiges geschlossenes Gehäuse 94, welches exzentrisch um eine Antriebswelle 30 angeordnet ist. Im Inneren des Gehäuses 94 ist ein Aufnahmeraum 96 gebildet, der unter anderem durch eine hohle Begrenzungswand 98 begrenzt wird, die sich in etwa von der geometrischen Mitte des Gehäuses 94 nach radial auswärts erstreckt. In dem Aufnahmeraum 96 ist eine bestimmte Anzahl von Kugeln 100 vorhanden, die auch als "Teilmassen" bezeichnet werden und so eine amorphe bewegliche Gesamtmasse 36 bilden. Dreht das Gehäuse 94 um die Antriebswelle 30 im Uhrzeigersinn, werden die Kugeln 100 in die in Figur 9 gezeigte Position gezwängt, in der sie einen relativ geringen Abstand zur Antriebswelle 30 haben. Die Exzentrizität ist somit vergleichsweise klein. Dreht das Gehäuse 94 dagegen entgegen dem Uhrzeigersinn, werden die Kugeln 100 in die entgegengesetzte Position gezwängt, in der sie einen relativ großen Abstand zur Antriebswelle 30 aufweisen. Die Exzentrizität ist somit vergleichsweise groß.

[0051] Aus Figur 10 ist ersichtlich, dass der Anbauverdichter 10 an einer Stirnseite 102 des Oberteils 17 eine optische Anzeigeeinrichtung in Form von drei Leuchteinrichtungen 104a, 104b und 104c aufweist, welche jeweils durch ein Array mehrerer LEDs gebildet sind. In der Betriebsart X1, also bei relativ großer Exzentrizität und einer Frequenz von ungefähr 35Hz, leuchtet die Leuchteinrichtung 104a dauernd. In der Betriebsart X2, also bei relativ kleiner Exzentrizität und einer Frequenz von ungefähr 45Hz, leuchtet die Leuchteinrichtung 104b dauernd. In der Betriebsart X3, also bei relativ kleiner Exzentrizität und einer Frequenz von ungefähr 60Hz, leuchtet die Leuchteinrichtung 104c dauernd.

[0052] Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn der Hydraulikstrom ausschließlich vom Bagger aus eingestellt wird, beispielsweise, indem der Baggerführer ein entsprechendes (nicht gezeigtes) Steuerelement (Gashebel oder Gaspedal o.ä.) betätigt. Der Baggerführer wird durch die Anzeige der Leuchteinrichtungen 104a-c instruiert, wie er das Steuerelement zu betätigen hat, um die Schlagfrequenz einer bestimmten Betriebsart einzustellen.

[0053] Daneben stellt der Baggerführer durch die Richtung des Hydraulikkreislaufs auch die Exzentrizität ein.

[0054] Das entsprechende Verfahren wird nun unter Bezugnahme auf das Diagramm der Figur 11 beispielhaft für eine Betriebsart erläutert. In diesem Diagramm ist eine Schlagfrequenz f über der Zeit t aufgetragen. Mit f_s ist eine Soll-Schlagfrequenz bezeichnet, wobei es sich hierbei um die Soll-Schlagfrequenz für die Betriebsart X1, X2 oder X3 handeln kann. Mit f_a ist eine aktuelle Schlagfrequenz bezeichnet. Um die Soll-Schlagfrequenz f_s ist ein erstes Toleranzband 106 gelegt, dessen Grenzen in einem Abstand von df_1 von der Soll-Schlagfrequenz f_s liegen, und ein zweites Toleranzband 108 gelegt, dessen Grenzen in einem Abstand von df_2 von der Soll-Schlagfrequenz f_s liegen, wobei df_2 größer ist als df_1 . df_1 beträgt vorliegend beispielsweise 2,5 Hz, df_2 beispielsweise ungefähr 5 Hz. Liegt die aktuelle Schlagfrequenz f_a innerhalb des ersten Toleranzbandes 106, leuchtet die entsprechende Leuchteinrichtung 104a, b oder c dauerhaft. Liegt die aktuelle Schlagfrequenz f_a außerhalb des ersten Toleranzbandes 106, jedoch noch innerhalb des zweiten Toleranzbandes 108, leuchtet die entsprechende Leuchteinrichtung 104a, b oder c intermittierend. Liegt die aktuelle Schlagfrequenz f_a auch außerhalb des zweiten Toleranzbandes 108, leuchtet die entsprechende Leuchteinrichtung 104a, b oder c überhaupt nicht.

[0055] Hierzu ist die Anzeigeeinrichtung 104 mit einer nicht gezeigten Stromversorgung gekoppelt, die beispielsweise einen in den Anbauverdichter 10 integrierten Generator umfasst, der entweder mit der Antriebswelle 30 des Unwuchterzeugers 12 oder mit einem separaten Hydraulikmotor gekoppelt ist. Angesteuert wird die Anzeigeeinrichtung 104 durch eine ebenfalls nicht gezeigte elektronische Signalerfassungs- und -verarbeitungseinheit. Diese erfasst beispielsweise die aktuelle Drehzahl der Antriebswelle 30 über einen entsprechenden Sensor und - beispielsweise über die Drehrichtung der Antriebswelle 30 - auch die aktuelle Exzentrizität.

[0056] Selbstverständlich sind auch andere Ausführungen der Anzeigeeinrichtung denkbar, beispielsweise eine LCD-Anzeige, eine farbige Darstellung, eine Kommandoanzeige, oder eine Übertragung beispielsweise per Bluetooth an eine Anzeigeeinrichtung im Führerstand des Baggers. Auf diese Weise ist sogar die Einrichtung einer geschlossenen Regelstrecke denkbar. Es versteht sich außerdem, dass die oben beschriebene Anzeigeeinrichtung 104 sowohl bei einem Unwuchterzeuger 12 mit verschwenkbaren Massen entsprechend der Figuren 2 bis 4 als auch bei einem Unwuchterzeuger 12 mit einer Vielzahl von Einzelmassen entsprechend der Figur 9 eingesetzt werden kann.

Patentansprüche

1. Anbauverdichter (10), der an einen Bagger ankuppelbar ist, bei dem eine Schlagwirkung durch mindestens eine rotierende und relativ zu mindestens einer Antriebswelle (30) exzentrisch angeordnete Masse (32, 36) erzeugt wird, wobei sowohl die Exzentrizität als auch die Schlagfrequenz der rotierenden Masse (32, 36) im Betrieb gezielt veränderbar sind, wobei mindestens drei diskrete Betriebsarten (X1, X2, X3) einstellbar sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der ersten Betriebsart (X1) die Exzentrizität größer als in der zweiten (X2) und dritten Betriebsart (X3) und die Schlagfrequenz kleiner als in der dritten Betriebsart (X3) ist, und dass in der zweiten (X2) und dritten Betriebsart (X3) die Exzentrizitäten gleich sind, die Schlagfrequenz in der zweiten Betriebsart (X2) aber kleiner ist als in der dritten Betriebsart (X3), und dass eine vorzugsweise optische Anzeigeeinrichtung (104) vorgesehen ist, welche dem Baggerführer im Betrieb die aktuelle Betriebsart (X1, X2, X3) des Anbauverdichters (10) anzeigt, und dass die Anzeigeeinrichtung (104) so ausgeführt ist, dass sie ein der jeweiligen Betriebsart zugeordnetes erstes Signal abgibt, wenn sich der Anbauverdichter (10) wenigstens ungefähr in einer der mindestens drei diskreten Betriebsarten (X1, X2, X3) befindet, und ein der jeweiligen Betriebsart zugeordnetes zweites Signal abgibt, wenn sich der Anbauverdichter leicht außerhalb der entsprechenden Betriebsart (X1, X2, X3) befindet.
2. Anbauverdichter (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schlagfrequenz in der zweiten Betriebsart (X2) zwischen der Schlagfrequenz in der ersten (X1) und in der dritten Betriebsart (X3) liegt.
3. Anbauverdichter (10) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schlagfrequenzen und Exzentrizitäten so aufeinander abgestimmt sind, dass die Schlagkraft des Anbauverdichters (10) in der ersten Betriebsart (X1) wenigstens in etwa der Schlagkraft in der dritten Betriebsart (X3) entspricht, und vorzugsweise die Schlagkraft in der zweiten Betriebsart (X2) ungefähr 50 bis 60% hiervon beträgt.
4. Anbauverdichter (10) nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schlagfrequenz in der ersten Betriebsart (X1) zwischen 30 und 40 Hz, vorzugsweise ungefähr bei 35 Hz, in der zweiten Betriebsart (X2) zwischen 40 und 50 Hz, vorzugsweise ungefähr bei 45 Hz, und in der dritten Betriebsart (X3) zwischen 55 und 65 Hz, vorzugsweise ungefähr bei 60 Hz liegt.
5. Anbauverdichter (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anzeigeeinrichtung (104) so ausgeführt ist, dass sie das erste Signal abgibt, wenn eine aktuelle Schlagfrequenz (fa) ungefähr innerhalb von +/- 2,5 Hz einer Sollfrequenz (fs) der jeweiligen Betriebsart liegt, und das zweite Signal abgibt, wenn die aktuelle Schlagfrequenz (fa) von der Sollfrequenz (fs) um mehr als ungefähr +/- 2,5 Hz, jedoch weniger als ungefähr 5 Hz abweicht, und ein drittes oder gar kein Signal abgibt, wenn die aktuelle Schlagfrequenz (fa) um mehr als ungefähr 5 Hz von der Sollfrequenz (fs) abweicht.
6. Anbauverdichter (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anzeigeeinrichtung drei Leuchteinrichtungen (104a; 104b, 104c), insbesondere LEDs umfassend, aufweist, von denen jeweils eine einer der drei Betriebsarten (X1, X2, X3) zugeordnet ist.
7. Anbauverdichter (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schlagfrequenz im Betrieb nur über den vom Bagger bereitgestellten Hydraulikstrom veränderbar ist.
8. Anbauverdichter (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** er zur Veränderung der Schlagfrequenz ein Schaltmittel (87) in Form eines hydraulischen Schaltventils (88; 90) umfasst, welches in einer ersten Stellung einen zusätzlichen Volumenstrom freigibt und in einer zweiten Stellung den zusätzlichen Volumenstrom sperrt.
9. Anbauverdichter (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** er zur Veränderung der Schlagfrequenz ein Schaltmittel (87) in Form eines hydraulischen Schaltventils (88, 90) aufweist, welches in einer

ersten Stellung einen ersten Volumenstrom und in einer zweiten Stellung einen zweiten Volumenstrom freigibt.

10. Anbauverdichter (10) nach einem der Ansprüche 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schaltmittel (87) durch einen hydraulischen Schaltimpuls oder elektrohydraulisch oder manuell betätigbar ist.

11. Anbauverdichter (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Masse (36) relativ zur Antriebswelle (30) und um eine zur Antriebswelle (30) parallele Achse von einer ersten in eine zweite Stellung und zurück verschwenkbar ist und mindestens eine Anschlagfläche (42) aufweist, die mit einem relativ zur Antriebswelle (30) starren jedoch in sich gummielastischen Anschlagpuffer (34) zusammenarbeitet, wobei die Anschlagfläche (42) um eine zur Antriebswelle (30) parallele Achse schwenkbar gelagert ist, wobei die Anschlagfläche (42) vorzugsweise nur in einem beschränkten Winkelbereich (50) verschwenkbar ist.

12. Anbauverdichter (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die bewegliche Masse (36) eine Vielzahl von Teilmassen (100) umfasst, die in einem Aufnahmeraum (96) aufgenommen sind, dessen Volumen größer ist als das Gesamtvolumen der Teilmassen (100), und der mindestens eine Begrenzungswand (98) aufweist, welche die Teilmassen (100) in der ersten Drehrichtung in eine erste Position und in der zweiten Drehrichtung in eine zweite Position zwingt, wobei der Gesamtschwerpunkt der Teilmassen (100) in der ersten Position insgesamt einen anderen Abstand zur Antriebswelle (30) aufweist als in der zweiten Position.

13. Anbauverdichter (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die optische Anzeigeeinrichtung am Anbauverdichter (10) angeordnet ist oder eine Übertragung an eine Anzeigeeinrichtung im Führerstand des Baggers erfolgt.

14. Verfahren zum Betreiben eines Anbauverdichters (10) nach einem der Ansprüche 1 - 13, der an einen Bagger ankuppelbar ist, bei dem eine Schlagwirkung durch mindestens eine rotierenden und relativ zu einer Antriebswelle (30) exzentrisch angeordnete Masse (32, 36) erzeugt wird, wobei sowohl die Exzentrizität als auch die Schlagfrequenz abhängig von einer Einsatzanforderung im Betrieb verändert werden, wobei in einer ersten Betriebsart (X1) die Exzentrizität größer als in einer zweiten und dritten Betriebsart (X2, X3) und die Schlagfrequenz kleiner als in der dritten Betriebsart (X3) sind, in der zweiten und dritten Betriebsart (X2, X3) die Exzentrizitäten gleich sind, die Schlagfrequenz in der zweiten Betriebsart (X2) aber kleiner ist als in der dritten Betriebsart (X3), **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Baggerführer im Betrieb die aktuelle Betriebsart (X1, X2, X3) des Anbauverdichters (10) mittels einer vorzugsweise optischen Anzeigeeinrichtung (104) angezeigt wird, und dass die Anzeige der Anzeigeeinrichtung (104) derart erfolgt, dass ein der jeweiligen Betriebsart zugeordnetes erstes Signal abgegeben wird, wenn sich der Anbauverdichter (10) wenigstens ungefähr in einer der mindestens drei diskreten Betriebsarten (X1, X2, X3) befindet, und ein der jeweiligen Betriebsart zugeordnetes zweites Signal abgegeben wird, wenn sich der Anbauverdichter leicht außerhalb der entsprechenden Betriebsart (X1, X2, X3) befindet.

Claims

1. A mounted compactor (10), which can be coupled to a digger and in which an impact action is generated by means of at least one rotating mass (32, 36) located eccentrically relative to at least one drive shaft (30), wherein both the eccentricity and the impact frequency of the rotating mass (32, 36) are variable in targeted fashion in operation, and wherein at least three discrete modes of operation (X1, X2, X3) can be established, **characterized in that** in the first mode of operation (X1), the eccentricity is greater than in the second mode of operation (X2) and third mode of operation (X3) and the impact frequency is less than in the third mode of operation (X3), and in the second mode of operation (X2) and third mode of operation (X3), the eccentricities are equal, but in the second mode of operation (X2) the impact frequency is less than in the third mode of operation (X3); and that a preferably optical display device (104) is provided, which in operation indicates the current mode of operation (X1, X2, X3) of the mounted compactor (10) to the driver of the digger; and that the display device (104) is embodied such that it outputs a first signal, associated with the applicable mode of operation, if the mounted compactor (10) is located at least approximately in one of the at least three discrete modes of operation (X1, X2, X3), and outputs a second signal, associated with the applicable mode of operation, if the mounted compactor is slightly outside the applicable mode of operation (X1, X2, X3).

2. The mounted compactor (10) of claim 1, **characterized in that** the impact frequency in the second mode of operation (X2) is lies between the impact frequency in the first mode of operation (X1) and in the third mode of operation (X3) .

3. The mounted compactor (10) of claim 2, **characterized in that** the impact frequencies and eccentricities are adapted to one another such that the impact force of the mounted compactor (10) in the first mode of operation (X1) is at least approximately equivalent to the impact force in the third mode of operation (X3) and in the second mode of operation (X2) the impact force is preferably approximately 50 to 60% thereof.
4. The mounted compactor (10) of one of claims 2 or 3, **characterized in that** the impact frequency in the first mode of operation (X1) is between 30 and 40 Hz, preferably approximately 35 Hz; in the second mode of operation (X2) between 40 and 50 Hz, preferably approximately 45 Hz; and in the third mode of operation (X3) between 55 and 65 Hz, preferably approximately 60 Hz.
5. The mounted compactor (10) of one of the foregoing claims, **characterized in that** the display device (104) is embodied such that it outputs the first signal if a current impact frequency (fa) lies approximately within ± 2.5 Hz of a desired frequency (fs) of the respective mode of operation, and outputs the second signal if the current impact frequency (fa) deviates from the desired frequency (fs) by more than approximately ± 2.5 Hz but less than approximately 5 Hz, and outputs a third signal or no signal at all if the current impact frequency (fa) deviates from the desired frequency (fs) by more than approximately 5 Hz.
6. The mounted compactor (10) of one of the foregoing claims, **characterized in that** the display device has three lighting devices (104a; 104b, 104c), in particular including LEDs, each of which is assigned to one of the three modes of operation (X1, X2, X3).
7. The mounted compactor (10) of one of the foregoing claims, **characterized in that** the impact frequency in operation is variable only via the hydraulic flow furnished by the digger.
8. The mounted compactor (10) of one of claims 1 through 6, **characterized in that** for varying the impact frequency, it includes a switch means (87) in the form of a hydraulic on-off valve (88; 90), which in a first position enables an additional volumetric flow and in a second position blocks the additional volumetric flow.
9. The mounted compactor (10) of one of claims 1 through 6, **characterized in that** for varying the impact frequency, it has a switch means (87) in the form of a hydraulic on-off valve (88, 90), which in a first position enables a first volumetric flow and in a second position it enables a second volumetric flow.
10. The mounted compactor (10) of one of claims 8 or 9, **characterized in that** the switch means (87) is actuatable by means of a hydraulic switch impulse or electrohydraulically or manually.
11. The mounted compactor (10) of one of the foregoing claims, **characterized in that** the mass (36) is pivotable from a first to a second position and back again relative to the drive shaft (30) and about an axis parallel to the drive shaft (30) and has at least one stop face (42), which cooperates with a stop buffer (34) which is rigid relative to the drive shaft (30) but is intrinsically rubber-elastic, and the stop face (42) is supported pivotably about an axis parallel to the drive shaft (30), and the stop face (42) is preferably pivotable within only a limited angular range (50).
12. The mounted compactor (10) of one of claims 1 through 11, **characterized in that** the movable mass (36) includes many partial masses (100) that are received in a receiving chamber (96), the volume of the mass being greater than the total volume of the partial masses (100), and the mass having at least one boundary wall (98), which forces the partial masses (100) in the first direction of rotation into a first position and in the second direction of rotation into a second position, and the resultant center of gravity of the partial masses (100) has a different total spacing from the drive shaft (30) in the first position than in the second position.
13. The mounted compactor (10) of one of the foregoing claims, **characterized in that** the optical display device is located on the mounted compactor (10), or a transmission to a display device is made in the driver's cab of the digger.
14. A method for operating a mounted compactor (10) of one of claims 1 through 13 which can be coupled to a digger and in which an impact action is generated by means of at least one rotating mass (32, 36) located eccentrically relative to at least one drive shaft (30), wherein both the eccentricity and the impact frequency are varied in operation as a function of a utilization request, and in a first mode of operation (X1), the eccentricity is greater than in a second and third mode of operation (X2, X3) and the impact frequency is less than in the third mode of operation (X3), and in the second and third mode of operation (X2, X3) the eccentricities are equal, but in the second mode of operation (X2) the impact frequency is less than in the third mode of operation (X3), **characterized in that** the current mode

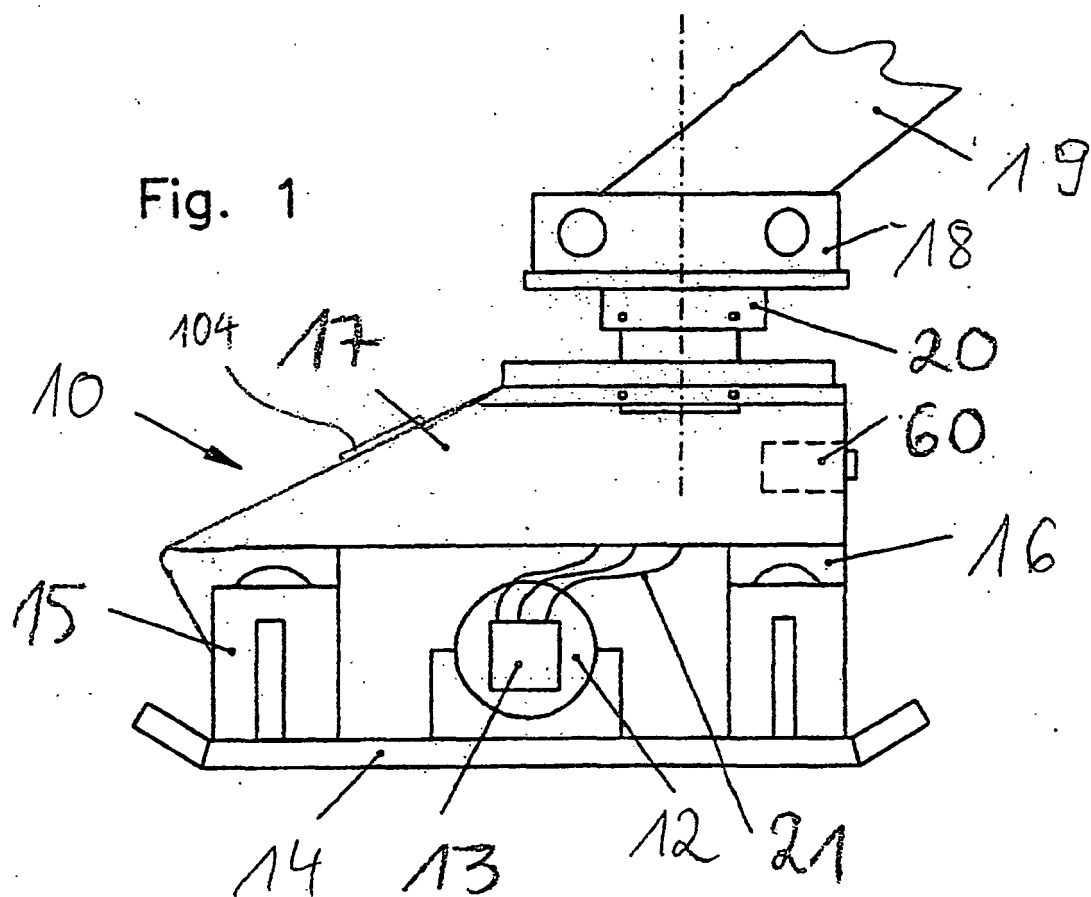
of operation (X1, X2, X3) of the mounted compactor (10) is displayed to the driver of the digger in operation by means of a preferably optical display device (104); and that the display of the display device (104) is effected such that a first signal associated with the applicable mode of operation is output if the mounted compactor (10) is at least approximately in one of the at least three discrete modes of operation (X1, X2, X3), and a second signal associated with the applicable mode of operation is output if the mounted compactor is slightly outside the applicable mode of operation (X1, X2, X3).

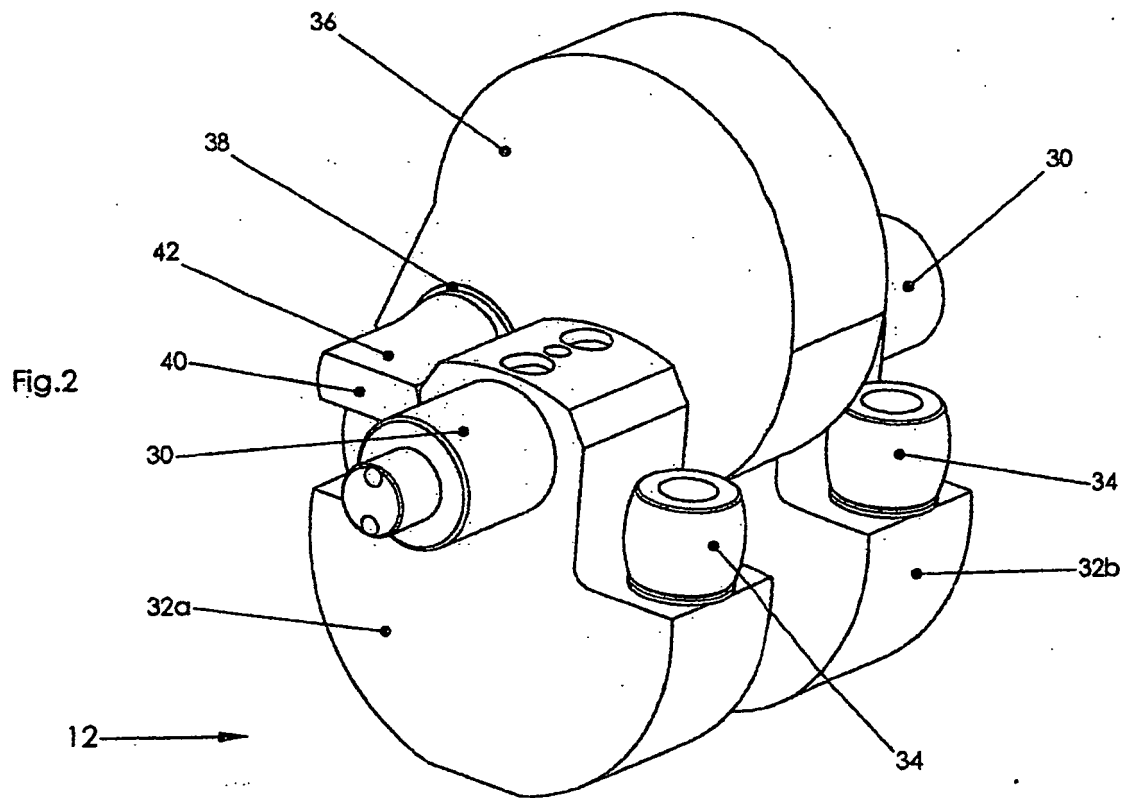
Revendications

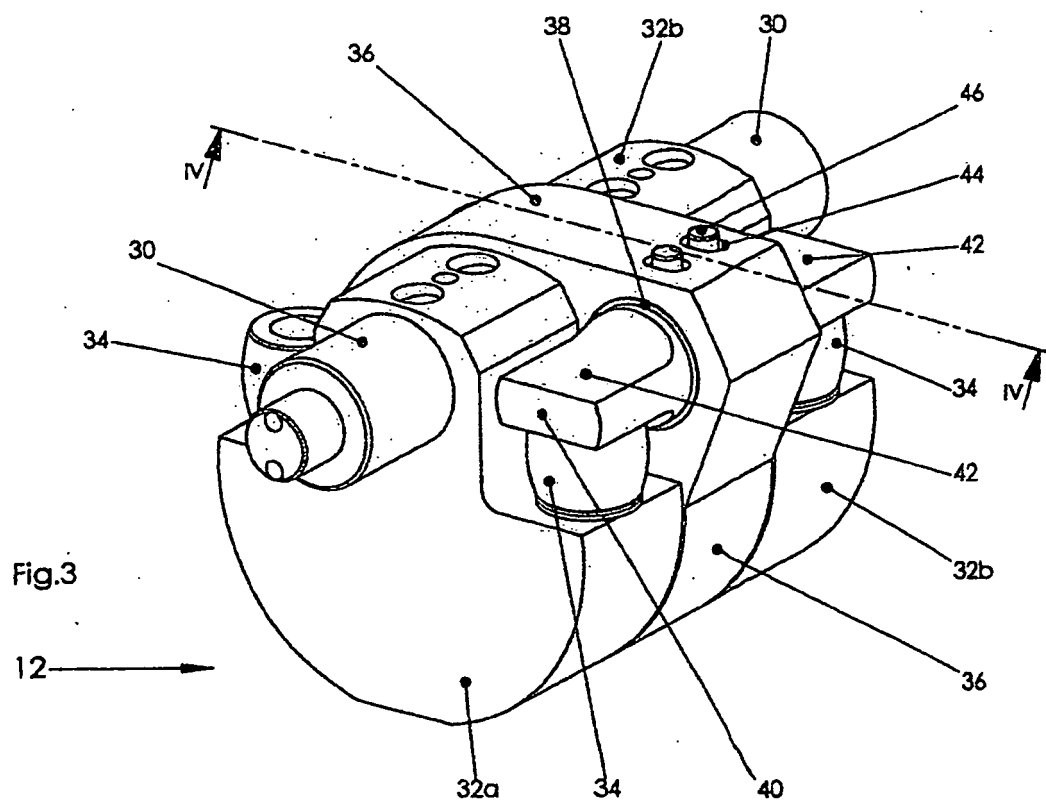
1. Compacteur porté (10) apte à être accouplé à un excavateur, dans lequel un effet de frappe est généré par au moins une masse (32, 36) rotative et disposée de façon excentrique par rapport à au moins un arbre d'entraînement (30), dans lequel aussi bien l'excentricité que la fréquence de frappe de la masse (32, 36) rotative peuvent être modifiées de manière ciblée lors du fonctionnement, dans lequel au moins trois modes de fonctionnement (X1, X2, X3) discrets peuvent être réglés, **caractérisé par le fait que**, dans le premier mode de fonctionnement (X1), l'excentricité est plus grande que dans les deuxième (X2) et troisième (X3) modes de fonctionnement et la fréquence de frappe est plus faible que dans le troisième mode de fonctionnement (X3), et que, dans les deuxième (X2) et troisième (X3) modes de fonctionnement, les excentricités sont égales, mais la fréquence de frappe est plus faible dans le deuxième mode de fonctionnement (X2) que dans le troisième mode de fonctionnement (X3), et qu'un dispositif d'affichage (104) de préférence optique est prévu qui indique au conducteur d'excavateur, durant le fonctionnement, le mode de fonctionnement (X1, X2, X3) actuel du compacteur porté (10), et que ledit dispositif d'affichage (104) est réalisé de manière à émettre un premier signal associé au mode de fonctionnement respectif lorsque le compacteur porté (10) se trouve, au moins à peu près, dans l'un desdits au moins trois modes de fonctionnement (X1, X2, X3) discrets, et à émettre un deuxième signal associé au mode de fonctionnement respectif lorsque le compacteur porté se trouve légèrement hors du mode de fonctionnement (X1, X2, X3) correspondant.
2. Compacteur porté (10) selon la revendication 1, **caractérisé par le fait que** la fréquence de frappe dans le deuxième mode de fonctionnement (X2) se situe entre la fréquence de frappe dans le premier (X1) et dans le troisième (X3) mode de fonctionnement.
3. Compacteur porté (10) selon la revendication 2, **caractérisé par le fait que** les fréquences de frappe et les excentricités sont accordées les unes aux autres de telle sorte que la force de frappe du compacteur porté (10) dans le premier mode de fonctionnement (X1) correspond au moins à peu près à la force de frappe dans le troisième mode de fonctionnement (X3) et, de préférence, la force de frappe dans le deuxième mode de fonctionnement (X2) fait environ entre 50 et 60 % de ceci.
4. Compacteur porté (10) selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, **caractérisé par le fait que** la fréquence de frappe dans le premier mode de fonctionnement (X1) est comprise entre 30 et 40 Hz, de préférence de 35 Hz à peu près, que, dans le deuxième mode de fonctionnement (X2), elle est comprise entre 40 et 50 Hz, de préférence de 45 Hz à peu près et que, dans le troisième mode de fonctionnement (X3), elle est comprise entre 55 et 65 Hz, de préférence de 60 Hz à peu près.
5. Compacteur porté (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par le fait que** le dispositif d'affichage (104) est réalisé de manière à émettre le premier signal lorsqu'une fréquence de frappe (fa) actuelle se situe à peu près à l'intérieur de $\pm 2,5$ Hz d'une fréquence nominale (fs) du mode de fonctionnement respectif, et à émettre le deuxième signal lorsque la fréquence de frappe (fa) actuelle diffère de plus de $\pm 2,5$ Hz environ, mais de moins de 5 Hz environ, de la fréquence nominale (fs), et à émettre un troisième signal ou à n'émettre aucun signal lorsque la fréquence de frappe (fa) actuelle diffère de plus de 5 Hz environ de la fréquence nominale (fs).
6. Compacteur porté (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par le fait que** le dispositif d'affichage présente trois dispositifs lumineux (104a; 104b, 104c), en particulier comprenant des DEL, dont respectivement un est associé à l'un des trois modes de fonctionnement (X1, X2, X3).
7. Compacteur porté (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par le fait que**, en fonctionnement, la fréquence de frappe ne peut être modifiée que par le courant hydraulique fourni par l'excavateur.
8. Compacteur porté (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé par le fait que**, pour modifier la fréquence de frappe, il comprend un moyen de commutation (87) sous forme d'une soupape hydraulique de

commande (88; 90) qui, dans une première position, libère un débit volumique supplémentaire et, dans une deuxième position, arrête le débit volumique supplémentaire.

- 5 9. Compacteur porté (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé par le fait que**, pour modifier la fréquence de frappe, il comprend un moyen de commutation (87) sous forme d'une soupape hydraulique de commande (88, 90) qui, dans une première position, libère un premier débit volumique et, dans une deuxième position, libère un deuxième débit volumique.
- 10 10. Compacteur porté (10) selon l'une quelconque des revendications 8 ou 9, **caractérisé par le fait que** le moyen de commutation (87) peut être commandé par une impulsion hydraulique de commutation ou de façon électrohydraulique ou manuelle.
- 15 11. Compacteur porté (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par le fait que** la masse (36) peut être pivotée, par rapport à l'arbre d'entraînement (30) et autour d'un axe parallèle à l'arbre d'entraînement (30), depuis une première dans une deuxième position et vice versa et présente au moins une surface de butée (42) qui agit de concert avec un tampon de butée (34) qui est rigide par rapport à l'arbre d'entraînement (30), mais élastique comme le caoutchouc en lui-même, la surface de butée (42) étant logée à pivotement autour d'un axe parallèle à l'arbre d'entraînement (30), la surface de butée (42) n'étant apte à pivoter que dans une plage angulaire (50) limitée.
- 20 12. Compacteur porté (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé par le fait que** la masse (36) mobile comprend une pluralité de masses partielles (100) qui sont reçues dans un espace de réception (96) dont le volume est supérieur au volume total des masses partielles (100) et qui présente au moins une paroi de limitation (98) qui force les masses partielles (100), dans le premier sens de rotation, dans une première position et, dans le deuxième sens de rotation, dans une deuxième position, le centre de gravité total des masses partielles (100) dans la première position présentant dans l'ensemble une autre distance par rapport à l'arbre d'entraînement (30) que dans la deuxième position.
- 25 13. Compacteur porté (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé par le fait que** ledit dispositif optique d'affichage est disposé sur le compacteur porté (10) ou qu'une transmission à un dispositif d'affichage situé dans le poste de conduite de l'excavateur a lieu.
- 30 14. Procédé pour faire fonctionner un compacteur porté (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, qui est apte à être accouplé à un excavateur, dans lequel un effet de frappe est généré par au moins une masse (32, 36) rotative et disposée de façon excentrique par rapport à un arbre d'entraînement (30), dans lequel aussi bien l'excentricité que la fréquence de frappe sont modifiées en fonction d'une exigence d'utilisation en fonctionnement, dans lequel, dans un premier mode de fonctionnement (X1), l'excentricité est plus grande que dans des deuxième et troisième modes de fonctionnement (X2, X3) et la fréquence de frappe est plus faible que dans le troisième mode de fonctionnement (X3), dans les deuxième et troisième modes de fonctionnement (X2, X3), les excentricités sont égales, mais la fréquence de frappe est plus faible dans le deuxième mode de fonctionnement (X2) que dans le troisième mode de fonctionnement (X3), **caractérisé par le fait que**, en fonctionnement, le mode de fonctionnement (X1, X2, X3) actuel du compacteur porté (10) est indiqué, au moyen d'un dispositif d'affichage (104) de préférence optique, au conducteur d'excavateur et que l'affichage du dispositif d'affichage (104) se fait de telle sorte qu'un premier signal associé au mode de fonctionnement respectif est émis lorsque le compacteur porté (10) se trouve, au moins à peu près, dans l'un desdits au moins trois modes de fonctionnement (X1, X2, X3) discrets, et qu'un deuxième signal associé au mode de fonctionnement respectif est émis lorsque le compacteur porté se trouve légèrement hors du mode de fonctionnement (X1, X2, X3) correspondant.
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55







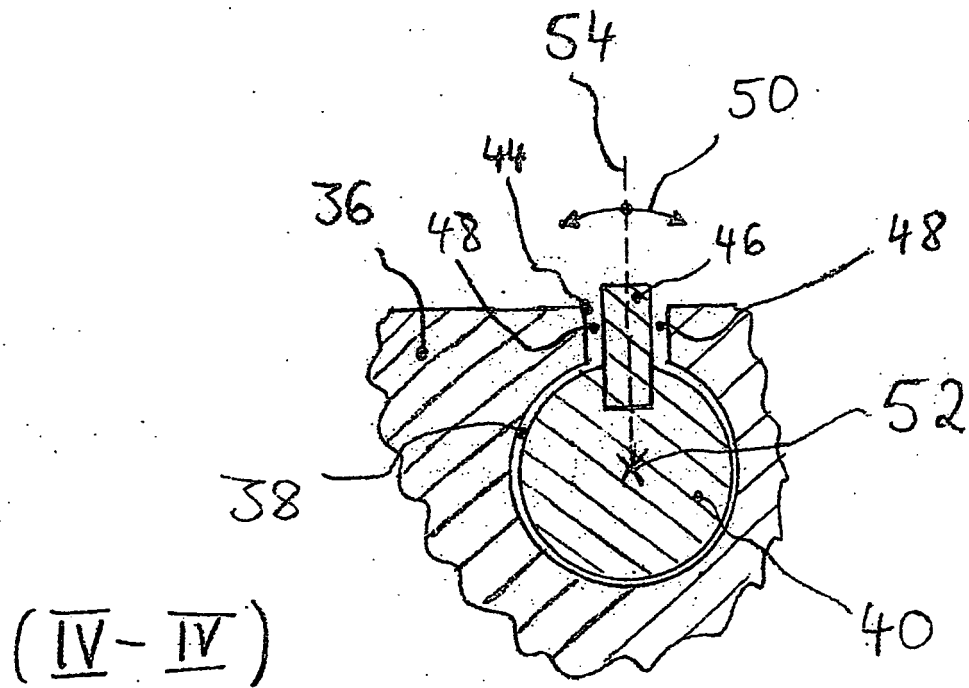


Fig. 4

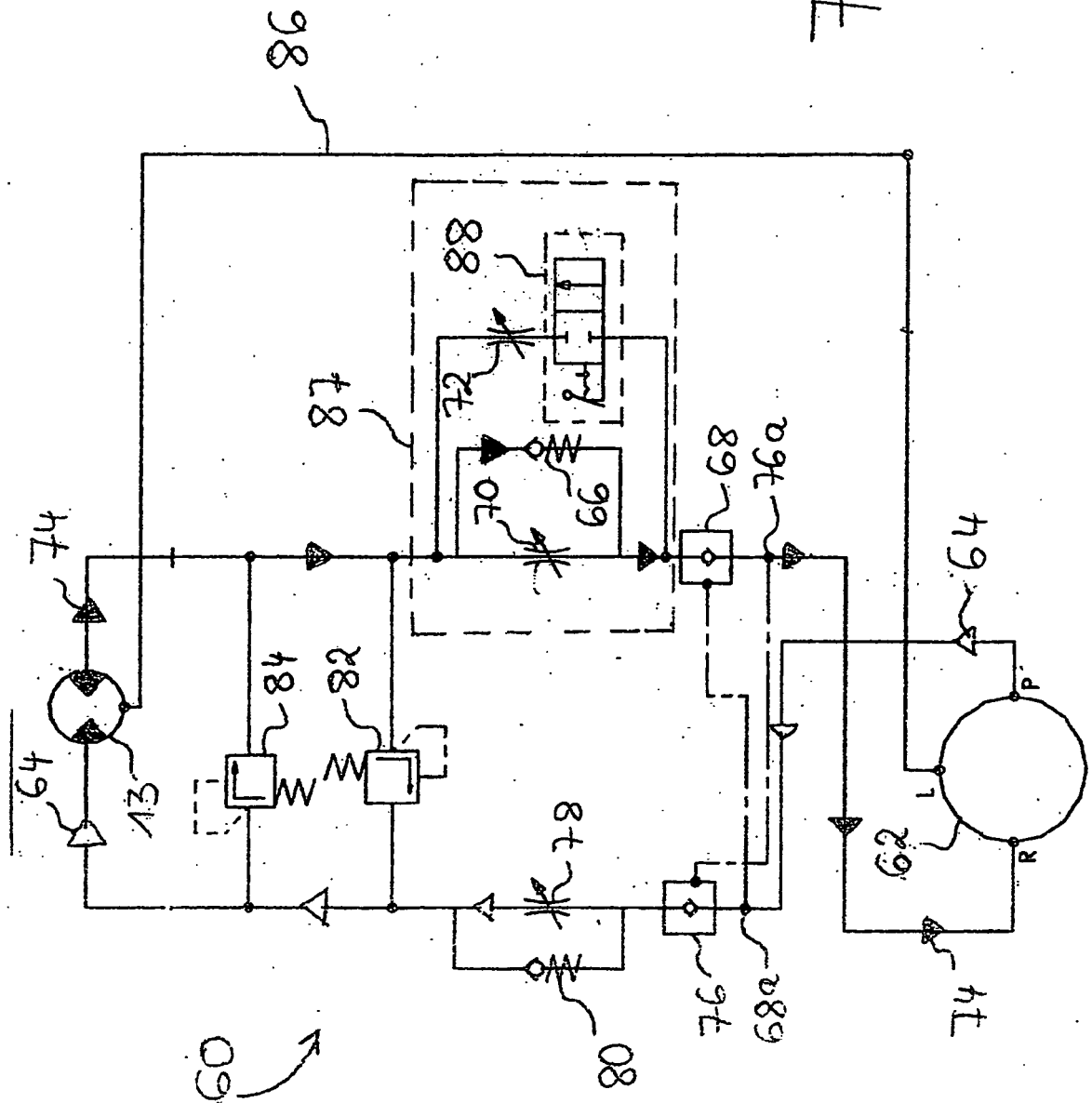


Fig. 5

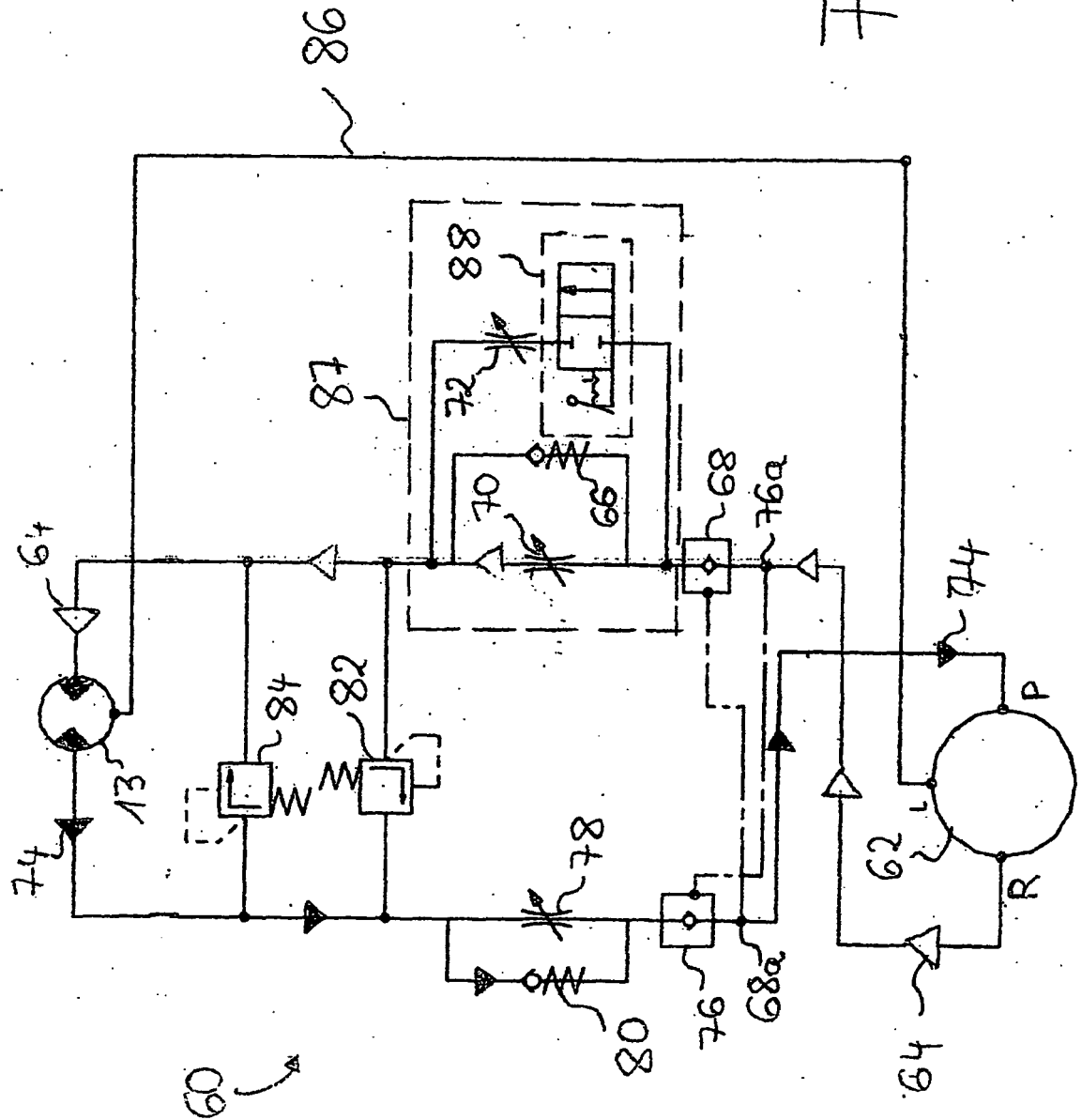


Fig. 6

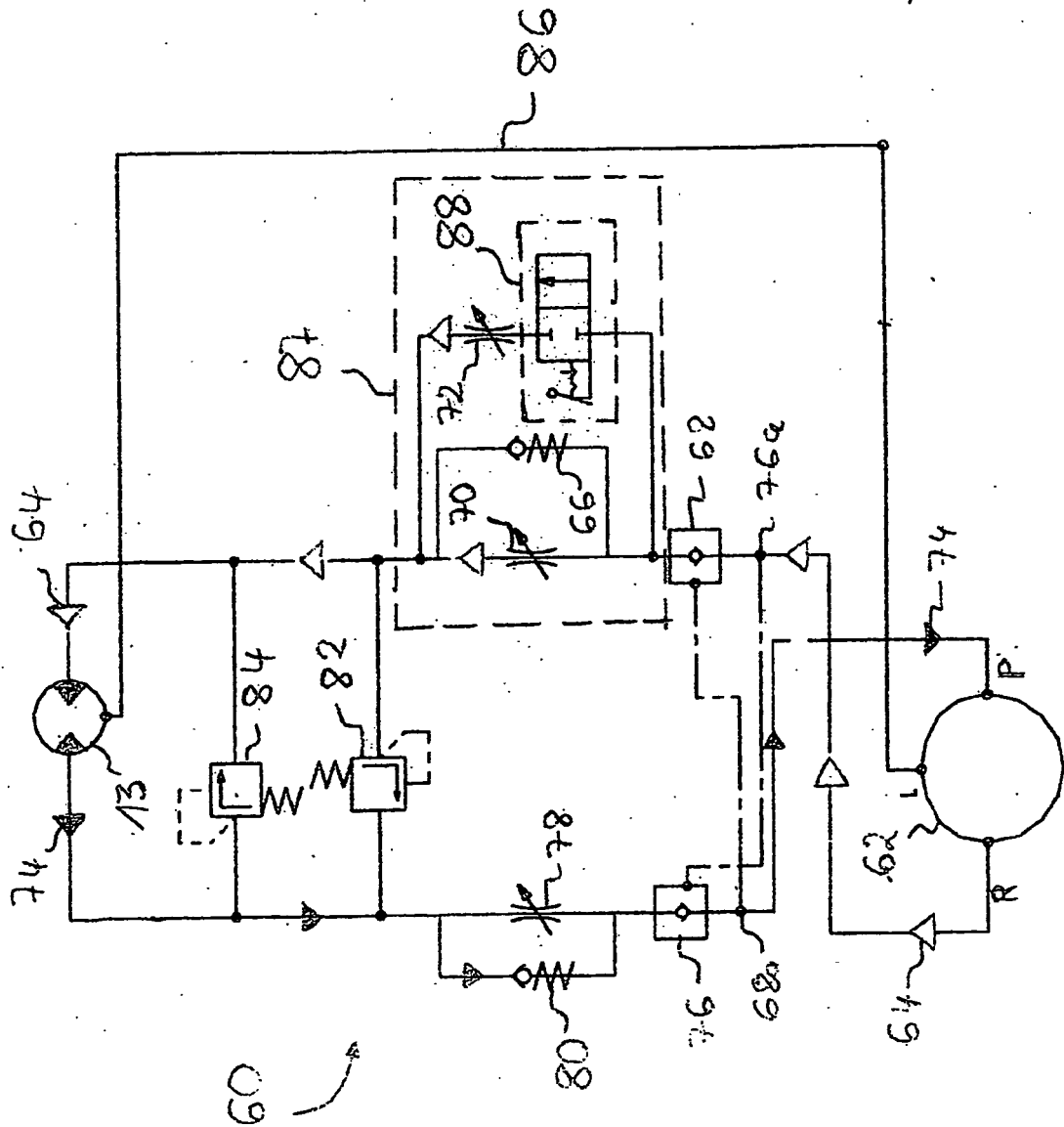
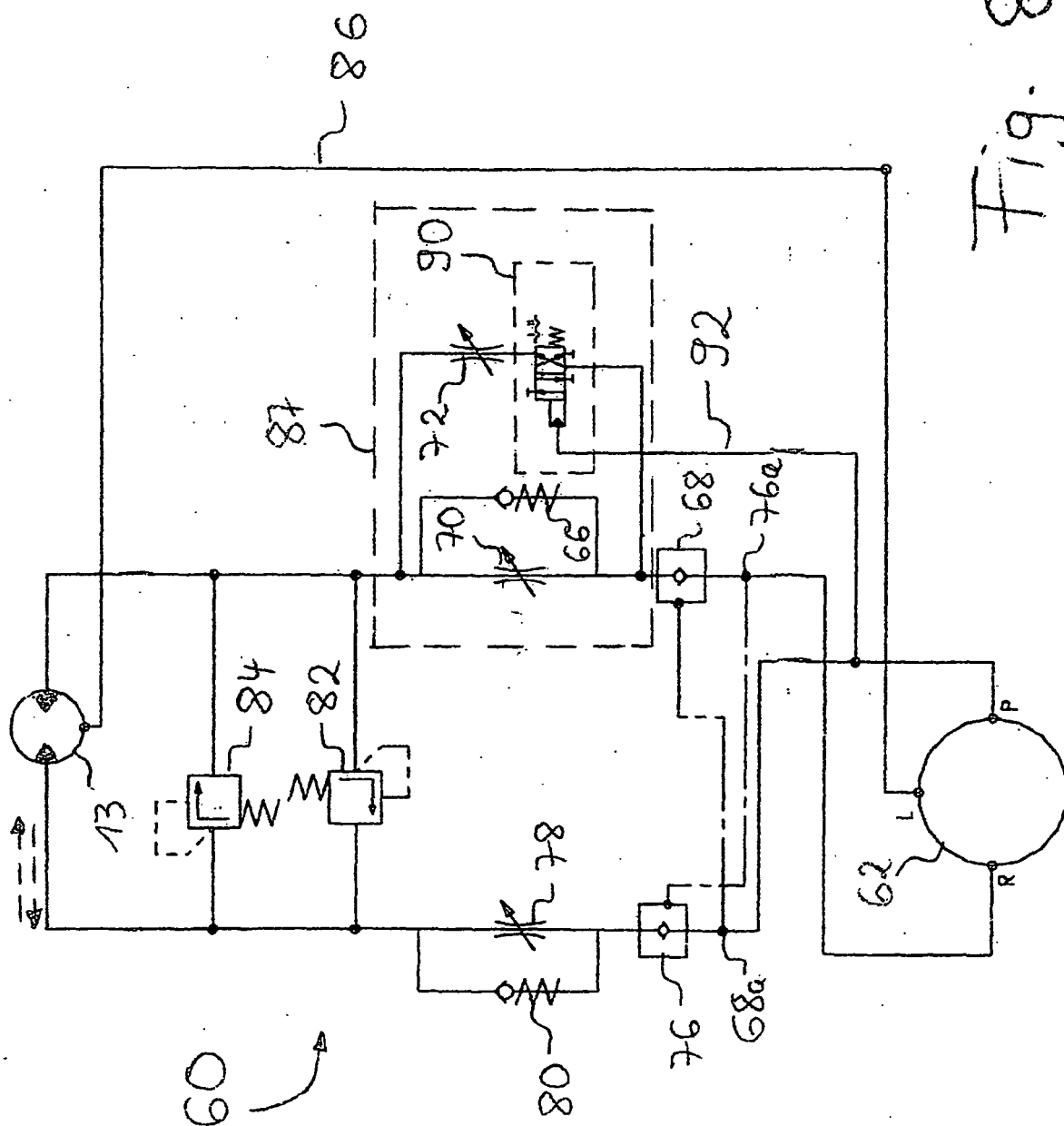


Fig. 7



8
F

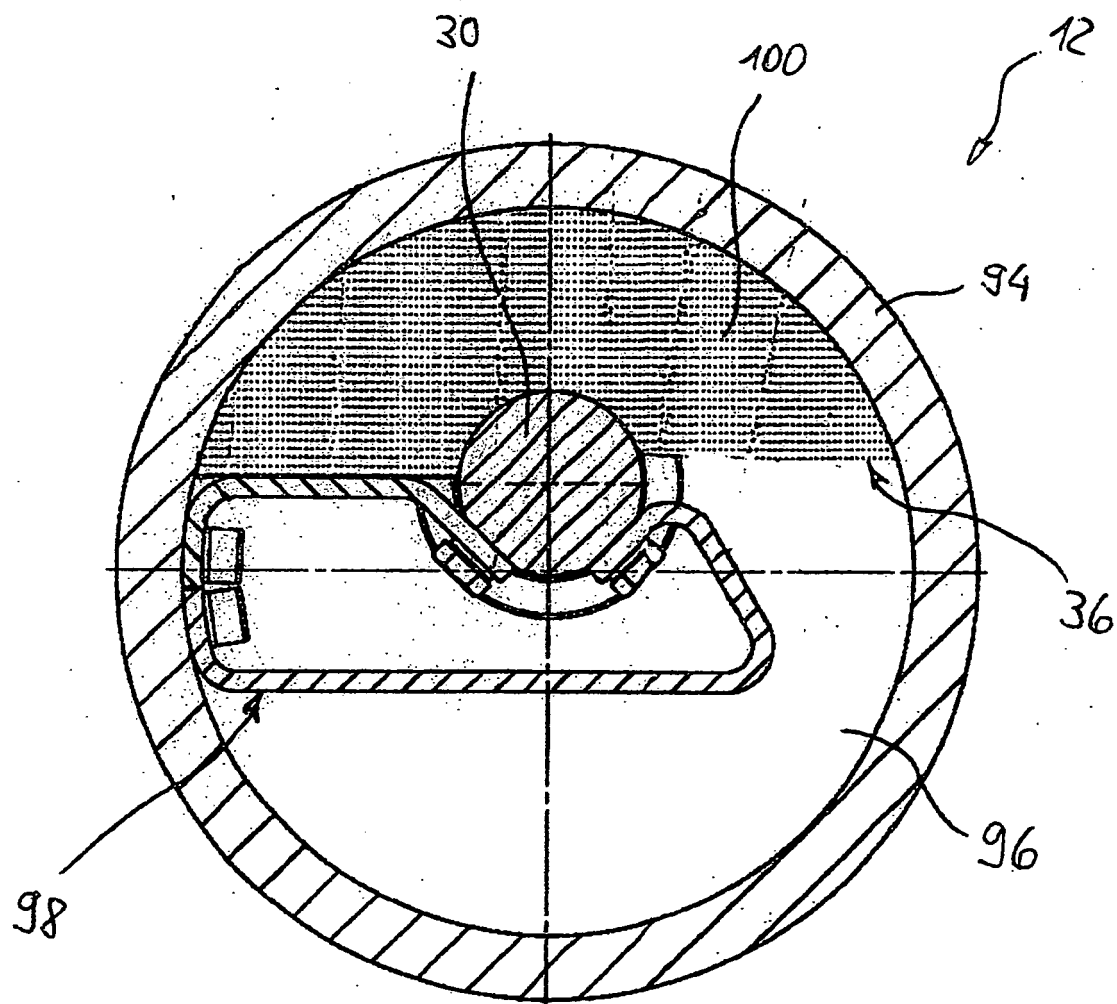


Fig. 9

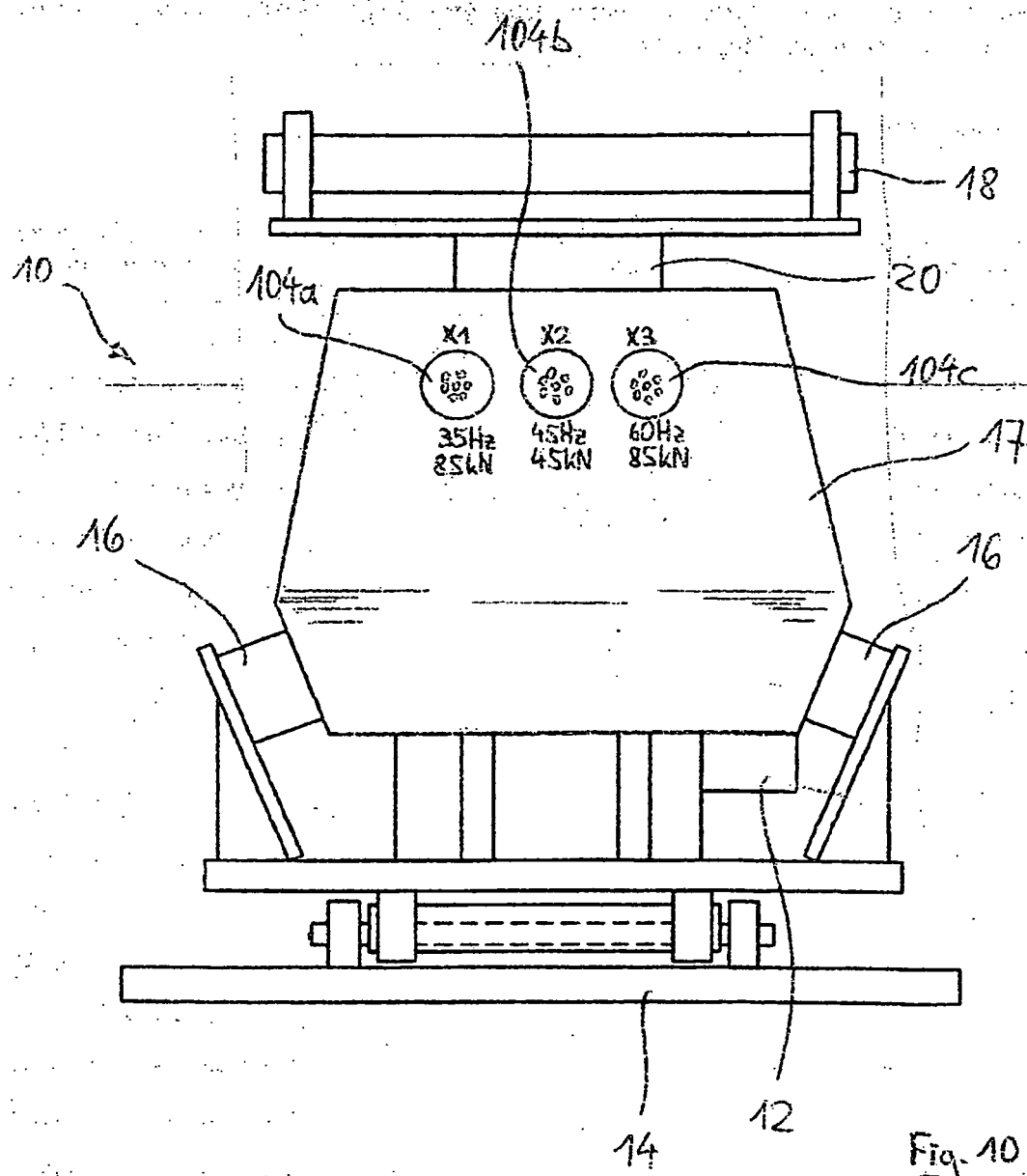


Fig. 10

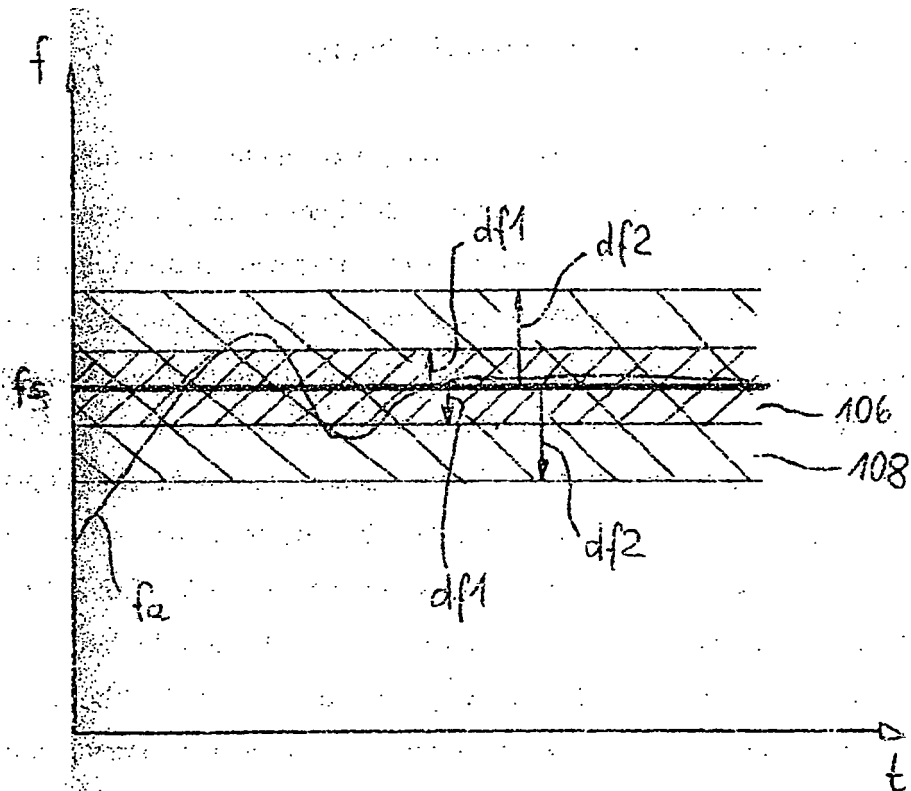


Fig. 11

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

- DE 202005006059 U1 [0004]
- EP 1411175 B1 [0005]
- WO 2004053232 A1 [0005]
- DE 102005022627 A1 [0005]
- DE 4343865 A1 [0005]