



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 568 420 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
31.08.2005 Patentblatt 2005/35

(51) Int Cl.7: **B06B 1/16**

(21) Anmeldenummer: **05001429.9**

(22) Anmeldetag: **25.01.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR LV MK YU

(72) Erfinder: **Laugwitz, Niels**
56075 Koblenz (DE)

(74) Vertreter: **Lang, Friedrich et al**
Patentanwälte,
Lang & Tomerius,
Bavariaring 29
80336 München (DE)

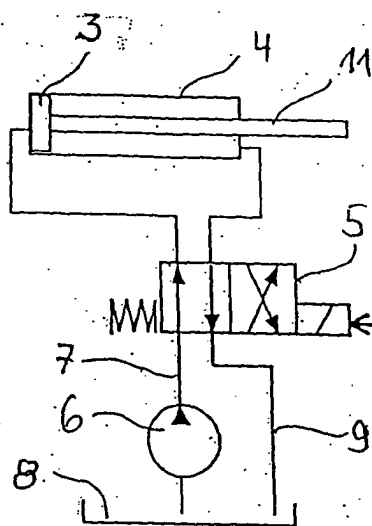
(30) Priorität: **29.02.2004 DE 102004009841**
30.03.2004 DE 102004015589

(71) Anmelder: **BOMAG GmbH**
56154 Boppard (DE)

(54) **Steuerung und Steuerungsverfahren für eine Vibrationsmaschine**

(57) Die Erfindung betrifft eine Steuerung für eine Unwucht-Verstelleinrichtung in einer Vibrationsmaschine, insbesondere in einer Bodenverdichtungsmaschine, mit einem Verstellzylinder, der hydraulisch verstellbar ist, um eine Relativstellung von gegenläufig rotierenden Unwuchten in der Vibrationsmaschine einzu-

stellen, mit einem Steuerventil, um den Verstellzylinder so zu verstellen, dass das Vibrationsverhalten der Vibrationsmaschine eingestellt wird, und mit einer Steuereinheit zum Ansteuern des Steuerventils gemäß einem Pulsweitenmodulations-Signal, um die Relativstellung der Unwuchten abhängig von dem Tastverhältnis des Pulsweitenmodulationssignals einzustellen.



Kolben in Endanschlag rückwärts
Zeit = t_0

Fig. 2

EP 1 568 420 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Steuerung für eine Unwucht-Verstelleinrichtung in einer Vibrationsmaschine, insbesondere in einer Einrichtung zur Fahrtrichtungssteuerung einer Bodenverdichtungsmaschine. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Steuern einer Unwucht-Verstelleinrichtung in einer Vibrationsmaschine.

[0002] Bodenverdichtungsmaschinen weisen üblicherweise Rüttelplatten auf, die sich mit einer bestimmten Frequenz bewegen, um ein Bodenmaterial durch vertikale Stöße zu verdichten. Die Stöße werden hervorgerufen durch vertikal gerichtete Schwingungen der Rüttelplatte, die durch ein gegenläufiges Unwuchtpaar erzeugt werden. Die Unwuchten rotieren dabei synchron, aber mit gegenläufiger Drehrichtung und erzeugen eine resultierende Fliehkraft in einer Schwingungsrichtung. Durch Phasenverschiebung der Unwuchten kann eine gewünschte gerichtete Schwingungsrichtung eingestellt werden, die von der vertikalen Schwingungsrichtung abweichen kann, so dass neben dem vertikal gerichteten Schwingungsanteil auch ein waagrecht gerichteter Schwingungsanteil erzeugt wird. Der waagrecht gerichtete Schwingungsanteil bewirkt eine Vorwärts- oder Rückwärtsbewegung der Bodenverdichtungsmaschine.

[0003] Aus der Druckschrift DE 101 21 383 C2 ist beispielsweise eine Steuerung für eine Unwucht-Verstelleinrichtung mit einem Vibrationserreger einer Bodenverdichtungsmaschine bekannt. Dort kann ein Verstellzylinder zum Einstellen von Phasenlagen von Unwuchten in dem Vibrationserreger mit Hilfe eines Referenzkolbens, der mit einem Schaltventil gekoppelt ist, angesteuert werden. Das Schaltventil dient zum Steuern eines Ölzufusses von einer Druckölquelle oder eines Ölabflusses zu einem Ölrücklauf zu und aus dem Referenzkolben. Der Benutzer der Bodenverdichtungsmaschine kann das Schaltventil elektrisch oder mechanisch zwischen zwei Stellungen verstellen und ermöglicht dadurch die Bewegung des Verstellzylinders in beide Richtungen, um die Vorwärts- oder Rückwärtsbewegung der Bodenverdichtungsmaschine auszuwählen. Ein Nachteil derartiger Fahrtrichtungssteuerungen besteht darin, dass Messwertaufnehmer erforderlich sind.

[0004] Auch aus der Druckschrift DE 199 12 813 C1 ist eine Fahrtrichtungssteuerung für eine Bodenverdichtungsmaschine bekannt. Sie umfasst einen beweglichen Fahrhebel, dessen Stellungen durch einen Taster erfasst werden, der ein Schaltventil ansteuert. Das Schaltventil steuert einen Verstellzylinder in einer Schwingungserzeugungseinrichtung so an, dass dieser zwischen einer Ausgangsstellung und einer Endstellung verschoben wird. Je nach Stellung des Verstellzylinders fährt die Bodenverdichtungsvorrichtung in Vorwärts- oder Rückwärtsrichtung. Auch bei dieser Bodenverdichtungsmaschine kann lediglich eine Vorwärts- oder Rückwärtsbewegung eingestellt werden, die je-

weils durch die resultierende Fliehkraft in den Endstellungen des Verstellzylinders bestimmt ist. Es besteht jedoch nicht die Möglichkeit, die Fahrtgeschwindigkeit gezielt einzustellen.

[0005] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Steuerung für eine Unwucht-Verstelleinrichtung in einer Vibrationsmaschine zur Verfügung zu stellen, bei der die Fahrtgeschwindigkeit gezielt beeinflusst werden kann. Es ist weiterhin Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Steuern einer Unwucht-Verstelleinrichtung in einer Vibrationsmaschine vorzusehen.

[0006] Diese Aufgabe wird vorrichtungsmäßig durch eine Steuereinheit zum Ansteuern des Steuerventils gemäß einem Pulsweitenmodulations-Signal gelöst, um die Relativstellung der Unwuchten abhängig von dem Tastverhältnis des Pulsweitenmodulationssignals einzustellen.

[0007] Verfahrensmäßig wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass die Relativstellungen von gegenläufig rotierenden Unwuchten in der Vibrationsmaschine gewählt werden, um das Vibrationsverhalten der Vibrationsmaschine einzustellen, indem die Relativstellung der Unwuchten abhängig von einem Pulsweitenmodulations-Signal gesteuert wird.

[0008] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0009] Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine Steuerung für eine Unwucht-Verstelleinrichtung in einer Vibrationsmaschine vorgesehen. Sie weist einen Verstellzylinder auf, der hydraulisch verstellbar ist, um eine Relativstellung von gegenläufig rotierenden Unwuchten in der Vibrationsmaschine einzustellen. Es ist ein Steuerventil vorgesehen, um den Verstellzylinder so zu verstellen, dass das Vibrationsverhalten der Vibrationsmaschine, insbesondere die Schwingungsrichtung der Vibrationsmaschine, eingestellt wird. Es ist eine Steuereinheit zum Ansteuern des Steuerventils gemäß einem Pulsweitenmodulationssignal vorgesehen, um die Relativstellung der Unwuchten abhängig von dem Tastverhältnis des Pulsweitenmodulationssignals einzustellen.

[0010] Auf diese Weise wird vorteilhaft erreicht, die Stellung des Verstellzylinders der Vibrationsmaschine mit Hilfe eines Steuerventils gezielt so einzustellen, dass ein bestimmtes gewünschtes Vibrationsverhalten der Vibrationsmaschine erreicht wird. Da das Steuerventil durch Zufluss und Abfluss von Hydraulikflüssigkeit mit einem bestimmten Flüssigkeitsstrom lediglich geeignet ist, die Verstellzylinder je nach Ventilstellung jeweils in eine Richtung bis zu einer jeweiligen Endposition zu bewegen, ist mit Hilfe des Steuerventils keine kontinuierliche Einstellung des Verstellzylinders möglich. Erfindungsgemäß ist nun vorgesehen, das Steuerventil gemäß einem Pulsweitenmodulationssignal anzusteuern. Ein Pulsweitenmodulationssignal ist periodisch und weist innerhalb der Periode zwei Zustände auf, nämlich einen ersten Zustand und einen zweiten

Zustand. Das Verhältnis der Zeitdauer, während der erste Zustand eingenommen ist, zur Periodendauer stellt das Tastverhältnis dar. Das Pulsweitenmodulationssignal bewirkt beim Ansteuern des Steuerventils, dass sich der Verstellzylinder während des ersten Zustands in die Richtung der ersten Endposition und während des zweiten Zustands in Richtung der zweiten Endposition bewegt. Der Verstellzylinder nimmt die jeweilige Endposition nicht unmittelbar ein, sondern verfährt zu dieser während einer bestimmten Zeitdauer. Ändert sich der Zustand des Steuerventils gemäß einem Zustandswechsel des Pulsweitenmodulations-Signals so ändert der Verstellzylinder auch dann die Richtung des Verfahrens, wenn die zuvor angestrebte Endposition noch nicht erreicht wurde. Die Schwingungsrichtung der Vibrationsmaschine stellt sich durch den ständigen Wechsel der Position des Verstellzylinders auf einen Mittelwert ein.

[0011] Durch das Umschalten des Steuerventils gemäß dem Pulsweitenmodulationssignal ist es also möglich, den Verstellzylinder während der Periodendauer zwischen zwei Positionen hin und her zu bewegen. Dadurch ergibt sich die Fahrtgeschwindigkeit der Verdichtungsmaschine aus dem Mittelwert der durch die jeweiligen Stellungen des Verstellzylinders ergebenden Fahrtgeschwindigkeiten. Es kann somit die Fahrtgeschwindigkeit gegenüber der den Endpositionen des Verstellzylinders entsprechenden Fahrtgeschwindigkeit reduziert werden, indem der effektive Neigungswinkel der Schwingungsrichtung bezüglich der vertikalen Schwingungsrichtung reduziert wird.

[0012] Die Steuereinheit kann so mit dem Steuerventil verbunden sein, um den Verstellzylinder gemäß einem ersten Pegel des Pulsweitenmodulationssignals anzusteuern, so dass die Relativstellung der Unwuchten in Richtung einer ersten festgelegten Endposition verstellt werden und um den Verstellzylinder gemäß einem zweiten Pegel des Pulsweitenmodulationssignals anzusteuern, so dass die Relativstellung der Unwuchten in Richtung einer zweiten festgelegten Endposition verstellt werden.

[0013] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass das Pulsweitenmodulationssignal während einer Periodendauer für eine erste Zeitdauer den ersten Pegel und für eine zweite Zeitdauer den zweiten Pegel einnimmt. Dabei entspricht die Summe der ersten und der zweiten Zeitdauer der Periodendauer des Pulsweitenmodulationssignals.

[0014] Bei einer zweckmäßigen Ausführungsform ist das Steuerventil mit Bezug auf den Verstellzylinder so ausgelegt, dass der Verstellzylinder bei einem Tastverhältnis des Pulsweitenmodulationssignals von 50 % und einer vorbestimmten Periodendauer vollständig zwischen der ersten und zweiten Endposition verfahrbar ist.

[0015] Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann die Steuereinheit mit einer Eingabeeinheit verbunden sein, um das Pulsweitenmodulationssignal abhängig

von einer Benutzervorgabe einzustellen. Die Eingabeeinheit ist vorzugsweise an der Vibrationsmaschine so eingerichtet, dass ein Benutzer die Fahrtgeschwindigkeit über die Eingabeeinheit im laufenden Betrieb steuern kann.

[0016] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine Bodenverdichtungsmaschine mit einer erfindungsgemäßen Steuerung vorgesehen, die eine Rüttelplatte aufweist, die mit Unwuchten so gekoppelt ist, um abhängig von der Relativstellung der Unwuchten eine Vorwärts- oder Rückwärtsbewegung zu bewirken.

[0017] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zum Steuern einer Unwucht-Verstelleinrichtung in einer Vibrationsmaschine vorgesehen. Die Relativstellung von gegenläufig rotierenden Unwuchten in der Vibrationsmaschine wird so gewählt, dass das Vibrationsverhalten der Vibrationsmaschine eingestellt werden kann. Die Relativstellung der Unwuchten wird abhängig von einem Pulsweitenmodulationssignal gesteuert. Insbesondere wird die Relativstellung der Unwuchten abhängig von einem Pulsweitenmodulationssignal gesteuert. Insbesondere wird die Relativstellung der Unwuchten abhängig von dem Tastverhältnis des Pulsweitenmodulationssignals eingestellt.

[0018] Es kann vorgesehen sein, dass die Relativstellung der Unwuchten bei einem ersten Pegel des Pulsweitenmodulationssignals in Richtung einer ersten festgelegten Endposition verstellt wird und dass die Relativstellung der Unwuchten in Richtung einer zweiten festgelegten Endposition bei einem zweiten Pegel des Pulsweitenmodulationssignals verstellt wird.

[0019] Gemäß einer zweckmäßigen Ausführungsform kann die Relativstellung der Unwuchten bei einem Tastverhältnis von 50 % und bei einer vorbestimmten Periodendauer sich vollständig von der ersten in die zweite Endposition ändern.

[0020] Die Relativstellung kann sich bei einem vom 50 % verschiedenen Tastverhältnis und der vorbestimmten Periodendauer zumindest teilweise in Richtung einer der festgelegten Endpositionen ändern, ohne diese während der ersten Zeitdauer für den ersten Pegel bzw. der zweiten Zeitdauer für den zweiten Pegel zu erreichen. Dadurch ergibt sich, dass sich während der Periodendauer die Relativstellung der Unwucht von einer Anschlagposition in Richtung jeweils einer anderen Anschlagposition bewegt und nach Ablauf der jeweiligen ersten oder zweiten Zeitdauer sich von der dann erreichten Zwischenposition wieder in die Anschlagposition zurück bewegt. Dadurch befindet sich der Verstellzylinder nicht während der gesamten Zeitdauer in der Anschlagposition, so dass sich im Mittel der Neigungswinkel der Schwingungsrichtung in Richtung der vertikalen Schwingungsrichtung verringert.

[0021] Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung werden im Folgenden anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen schematisch:

[0022] Fig. 1 eine Veranschaulichung der Fahrriichtungssteuerung einer Unwucht-Verstelleinrichtung;

[0023] Fig. 2 bis 7 jeweils eine schematische Darstellung einer Steuerung für eine Verdichtungsmaschine mit einer Rüttelplatte; und

[0024] Fig. 8, 9 Verläufe der Kolbenausschläge eines Verstellzylinders in Abhängigkeit von einem Pulsweitenmodulations-Signal.

[0025] In Fig. 1 ist schematisch die Erzeugung einer Vorwärts- und Rückwärtsbewegung einer Vibrationsmaschine, insbesondere einer Bodenverdichtungsmaschine mit einer Rüttelplatte dargestellt. Die Rüttelplatte wird durch rotierende Unwuchtmassen 2 in Schwingung versetzt, die eine zueinander gegenläufige Drehrichtung aufweisen. Je nach Phasenlage der Unwuchtmassen 2 zueinander wird eine resultierende Fliehkraft F der Unwuchtmassen 2 erzeugt. Bei Standvibration wirkt die resultierende Fliehkraft F in senkrechter Richtung. Bei der Vorwärts- und Rückwärtsbewegung der Vibrationsmaschine ist die resultierende Fliehkraft F gegen die Senkrechte in einem Neigungswinkel geneigt, so dass neben der senkrechten Schwingungskomponente der resultierenden Fliehkraft F auch eine waagerechte Schwingungskomponente wirkt, die eine Fahrtbewegung der Vibrationsmaschine hervorruft.

[0026] Gemäß Fig. 1 bewegen sich zwei Unwuchtwellen 1 mit den als Punkt dargestellten Unwuchtmassen 2 gegenläufig. Die Unwuchtmassen 2 sind zur Erzeugung phasenverschobener Fliehkräfte winkelvezsetzt auf den Unwuchtwellen 1 angeordnet, so dass je nach Relativstellung der jeweiligen Unwuchten zueinander die resultierende Fliehkraft F mehr oder weniger gegenüber der Senkrechten geneigt ist.

[0027] In Fig. 1 sind die resultierenden Fliehkräfte bei verschiedenen Relativlagen der Unwuchtmassen 2 dargestellt. Man erkennt, dass die resultierende Fliehkraft abhängig von den Relativlagen der Unwuchtmassen 2 zu der Vertikalen geneigt sein kann, wobei eine Bewegung in Richtung des waagerechten Anteils der resultierenden Fliehkraft bewirkt wird.

[0028] Die Unwuchtwellen 1 sind durch ein formschlüssiges Kraftübertragungsmittel drehfest miteinander gekoppelt, so dass die Drehrichtungen und Phasenzuordnungen sichergestellt sind. Mit Hilfe eines Verstellzylinders kann die Relativstellung der Unwuchtmassen 2 auf den Unwuchtwellen 1 zueinander eingestellt werden, wie beispielsweise in der DE 199 12 813 C1 ausführlich beschrieben ist.

[0029] Üblicherweise kann die Fahrtgeschwindigkeit der Vibrationsmaschine vom Benutzer nicht gezielt eingestellt werden, da die Kolbenposition nicht erkennbar ist. Da die Fahrtgeschwindigkeit von Bodenverdichtungsmaschinen durch den Grad der Neigung der resultierenden Fliehkraft der Unwuchtwellen 1 bestimmt wird, verringert sich jedoch die vertikale Amplitude der Schwingung mit zunehmender Fahrtgeschwindigkeit. Auf sehr weichem Untergrund kann es dazu kommen, dass bei maximaler Neigung der resultierenden Flieh-

kraft die verbleibende vertikale Amplitude für ein Abheben der Grundplatte nicht mehr ausreicht. Wenn die Rüttelplatte jedoch nicht abheben kann, ist keine Fahrtbewegung möglich. Könnte man in dieser Situation den Neigungswinkel der resultierenden Fliehkraft in Richtung der vertikalen Amplitude reduzieren, könnte wieder eine Fahrtbewegung erreicht werden, da der Anteil der vertikalen Amplitude sich vergrößern würde.

[0030] In den Fig. 2 bis 7 ist jeweils schematisch eine Steuerung für einen hydraulischen Verstellzylinder 4 zum Einstellen der Relativstellung von Unwuchtmassen 2 in einer Bodenverdichtungsmaschine zu aufeinanderfolgenden Zeiten t_0 bis t_5 dargestellt. Je nach Verstellung des Kolbens 3 fährt die Maschine im Vorwärts- oder Rückwärtsgang. Der Einfachheit halber ist die Mechanik, mit welcher der Verstellzylinder 4 mit den Unwuchtwellen 1 und den Unwuchtmassen 2 gekoppelt ist, nicht dargestellt. Der Verstellzylinder 4 liegt in einem offenen Ölkreislauf mit einer Verstellpumpe 6, die einen Ölvolumenstrom zur Verfügung stellt, und ist über ein Steuerventil 5 ansteuerbar, das hier als Wegeventil ausgebildet ist. Die Verstellpumpe 6 entnimmt den Förderstrom 7 aus einem Tank 8, in welchen der Rückfluss 9 zurück geführt wird. Der Volumenstrom ist möglichst gleich und konstant.

[0031] In einer ersten Schaltstellung des Steuerventils 5 gemäß Fig. 2 bis 4 ist der Kolben 3 auf der der Kolbenstange 11 abgewandten Seite mit dem Förderstrom 7 beaufschlagt. Die Seite mit der Kolbenstange 11 ist mit dem Rückfluss 9 verbunden. Der Kolben 3 wird damit aus seinem ersten Endanschlag (Ausgangsposition) gemäß Fig. 2 bis zu seinem zweiten Endanschlag gemäß Fig. 4 verschoben. In einer zweiten Schaltstellung gemäß Fig. 5 bis 7 sind die Verbindungen gekreuzt, so dass sich der Kolben 3 von der zweiten Endposition in seine Ausgangsposition zurück bewegt.

[0032] Zu den in den Figuren 2 bis 7 wiedergegebenen Kolbenpositionen ist ein erstes Weg/Zeitdiagramme in Fig. 8 dargestellt. Fig. 8 zeigt die Abhängigkeit des Kolbenwegs in Abhängigkeit von einem Pulsweitenmodulations-Signal (PwM-Signal) mit einem Puls-Pausenverhältnis von 50%. In Fig. 9 ist ein zweites Weg/Zeitdiagramme bei einem Puls-Pausenverhältnis von 80% dargestellt.

[0033] Das Steuerventil 5 wird von einer Steuereinheit 10 mit einem Steuersignal so angesteuert, dass es gemäß einem ersten Pegel des Steuersignals in die erste Schaltstellung und gemäß einem zweiten Pegel des Steuersignals in die zweite Schaltstellung eingestellt wird.

[0034] Die Steuereinheit 10 ist mit einer Eingabeeinrichtung verbunden, durch die ein Bediener der Bodenverdichtungsmaschine die gewünschte Fahrtbewegung im Wesentlichen stufenlos oder in mehreren Stufen gemäß einem Vorgabewert einstellen kann.

[0035] Die Steuereinheit 10 generiert aus dem Vorgabewert ein Pulsweitenmodulationssignal, das dem Steuerventil 5 zur Verfügung gestellt wird. Das Pulswei-

tenmodulationssignal ist periodisch und liegt während einer ersten Zeitdauer auf dem ersten Signalpegel und während einer zweiten Zeitdauer auf dem zweiten Signalpegel. Die Summe der ersten und zweiten Zeitdauer entspricht der Periodendauer. Das Tastverhältnis gibt das Verhältnis zwischen der Zeitdauer des ersten Signalpegels zur Periodendauer und das Puls-Pausen-Verhältnis gibt das Verhältnis der ersten Zeitdauer zur zweiten Zeitdauer an.

[0036] Das Pulsweitenmodulationssignal dient dazu, das Steuerventils 5 anzusteuern und dadurch den Kolben des Verstellzylinders 4 hin- und her zu bewegen.

[0037] Die Periodendauer des Pulsweitenmodulations-Signal ist vorzugsweise so gewählt, dass bei einem Tastverhältnis von 50% der erste Signalpegel ausreicht, um den Kolben vollständig von der zweiten Endposition in die erste Endposition zu bewegen. Z.B. kann die Periodendauer zwischen 0,5 und 2 Sekunden, insbesondere 1 Sekunde betragen. Auch andere Wert für die Periodendauer sind möglich.

[0038] Wie in Fig. 8 gezeigt, ist das Hydrauliksystem so ausgelegt, dass der Kolben des Verstellzylinders 4 bei dem Tastverhältnis (Puls/ Pausenverhältnis) von 50% zwischen der ersten und zweiten Endposition hin und her bewegt wird. Dies entspricht der Standvibration, da sich die waagerechten Anteile der resultierenden Fliehkräfte im Mittel gegeneinander aufheben und somit keine Fahrtbewegung erreicht wird.

[0039] Zur Zeit t₀ wird eine Vorwärtsbewegung des Kolbens 3 aus der rückwärtigen Ausgangsposition gestartet (Fig. 2). Zur Zeit t₁ befindet er sich in der Vorwärtsbewegung (Fig.3). Zur Zeit t₂ hat er seine zweite Endposition erreicht (Fig. 4). Zur Zeit t₃ schaltete das Steuerventil 5 um (Fig. 5) und der Kolben 3 bewegt sich zur Zeit t₄ zurück (Fig. 6) bis zur Ausgangsposition zur Zeit t₅ (Fig. 7).

[0040] Ändert man das Tastverhältnis gemäß Fig. 9 auf ca. 80 %, dann verbleibt der Kolben des Verstellzylinders die meiste Zeit (80% der Periodendauer) in der ersten Endposition. Nur während 20% der Periodendauer bewegt sich der Kolben ab Zeitpunkt t₇ und t₉ in Richtung der zweiten Endposition. Die Endposition wird jedoch nicht erreicht, sondern die Bewegung kehrt sich zum Zeitpunkt t₆ und t₈ während des Verfahrens von der ersten zur zweiten Endposition wieder um, und der Kolben befindet sich danach wieder in der ersten Endposition. Im zeitlichen Mittel befindet sich der Kolben also kurz vor der ersten Endposition. Da für den Betrieb der Bodenverdichtungsmaschine nur das zeitliche Mittel der Kolbenposition von Interesse ist, reicht diese Art der Steuerung für die Fahrtgeschwindigkeit aus. Ein Sensor und dergleichen zur Kontrolle der Kolbenposition ist nicht erforderlich, da der Bewegungsverlauf des Kolbens durch die Endpositionen begrenzt wird, und der Verstellzylinder somit bei jedem Zyklus wieder auf eine definierte Position verfahren wird.

Patentansprüche

1. Steuerung für eine Unwucht-Verstelleinrichtung in einer Vibrationsmaschine, insbesondere in einer Bodenverdichtungsmaschine, mit einem Verstellzylinder, der hydraulisch verstellbar ist, um eine Relativstellung von gegenläufig rotierenden Unwuchten in der Vibrationsmaschine einzustellen, mit einem Steuerventil, um den Verstellzylinder so zu verstellen, dass das Vibrationsverhalten der Vibrationsmaschine eingestellt wird,
gekennzeichnet durch
eine Steuereinheit zum Ansteuern des Steuerventils gemäß einem Pulsweitenmodulations-Signal, um die Relativstellung der Unwuchten abhängig von dem Tastverhältnis des Pulsweitenmodulationssignals einzustellen.
2. Steuerung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steuereinheit mit dem Steuerventil verbunden ist, um den Verstellzylinder gemäß einem ersten Pegel des Pulsweitenmodulationssignals so anzusteuern, dass die Relativstellung der Unwuchten in Richtung einer ersten festgelegten Position verstellt werden, und um den Verstellzylinder gemäß einem zweiten Pegel des Pulsweitenmodulationssignals so anzusteuern, dass die Relativstellung der Unwuchten in Richtung einer zweiten festgelegten Position verstellt werden.
3. Steuerung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Pulsweitenmodulationssignal während einer Periodendauer für eine erste Zeitdauer den ersten Pegel und für eine zweite Zeitdauer den zweiten Pegel einnimmt.
4. Steuerung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Hydrauliksystem mit Bezug auf den Verstellzylinder so ausgelegt ist, dass der Verstellzylinder bei einem Tastverhältnis von 50% und einer vorbestimmten Periodendauer vollständig zwischen der ersten und der zweiten Position verfahrbar ist.
5. Steuerung nach Anspruch 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Hydrauliksystem mit Bezug auf den Verstellzylinder so ausgelegt ist, dass der Verstellzylinder bei einem von 50% verschiedenen Tastverhältnis und einer vorbestimmten Periodendauer zumindest teilweise in Richtung einer der festgelegten Positionen verfahrbar ist.
6. Steuerung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,

dass die Steuereinheit so gestaltet ist, dass das Pulsweitenmodulations-Signal abhängig von einer Benutzervorgabe eingestellt werden kann.

7. Bodenverdichtungsmaschine mit einer Steuerung 5
nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
wobei eine Rüttelplatte vorgesehen ist, die mit Un-
wuchten so gekoppelt ist, um abhängig von der Re-
lativstellung der Unwuchten eine Vorwärts- oder
Rückwärtsbewegung zu bewirken. 10

8. Verfahren zum Steuern einer Unwucht-Verstellein-
richtung in einer Vibrationsmaschine, insbesondere
in einer Bodenverdichtungsmaschine, 15
wobei die Relativstellung von gegenläufig rotieren-
den Unwuchten in der Vibrationsmaschine gewählt
wird, um das Vibrationsverhalten der Vibrationsma-
schine einzustellen,
dadurch gekennzeichnet, dass die Relativstel-
lung der Unwuchten abhängig von einem Pulswei- 20
tenmodulations-Signal gesteuert wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, 25
dass die Relativstellung der Unwuchten abhängig
von dem Tastverhältnis des Pulsweitenmodulati-
onssignals eingestellt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, 30
dass die Relativstellung der Unwuchten in Rich-
tung einer ersten festgelegten Position bei einem
ersten Pegel des Pulsweitenmodulationssignals
verstellt wird, und dass die Relativstellung der Un-
wuchten in Richtung einer zweiten festgelegten Po- 35
sition bei einem zweiten Pegel des Pulsweitenmo-
dulationssignals verstellt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, 40
dass das Pulsweitenmodulationssignal während
einer Periodendauer für eine erste Zeitdauer den
ersten Pegel und für eine zweite Zeitdauer den
zweiten Pegel einnimmt. 45

12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Relativstellung der Unwuchten bei einem
Tastverhältnis von 50% und bei einer vorbestimm-
ten Periodendauer sich vollständig von der ersten 50
in die zweite Position ändert.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass sich die Relativstellung bei einem von 50% 55
verschiedenen Tastverhältnis und einer vorbe-
stimmten Periodendauer zumindest teilweise in
Richtung einer der festgelegten Positionen ändert.

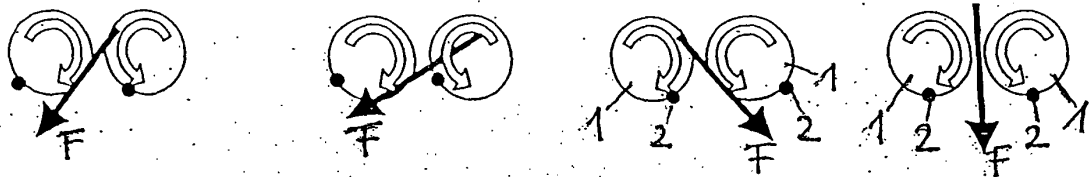


Fig. 1

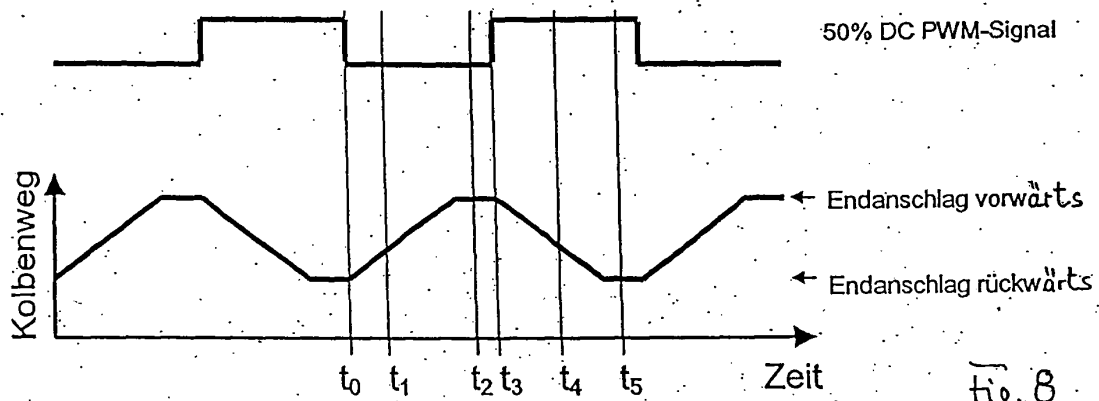


Fig. 8

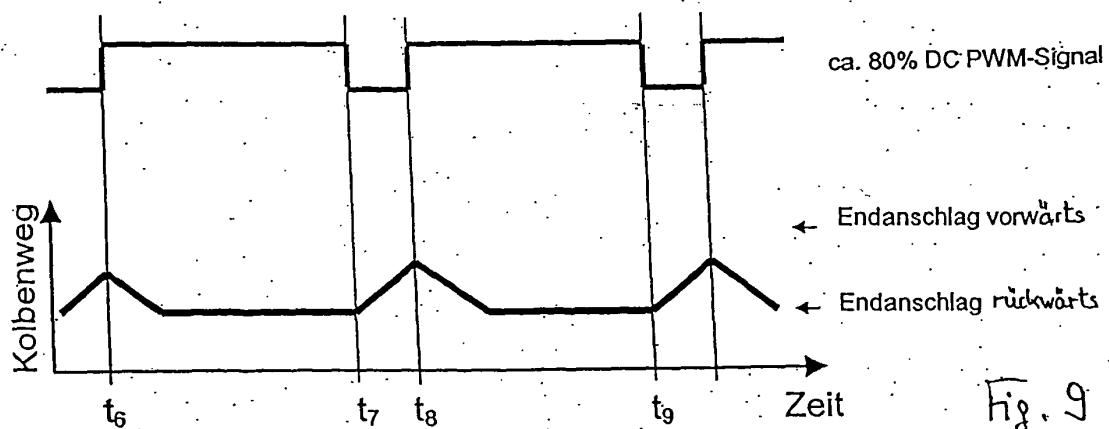
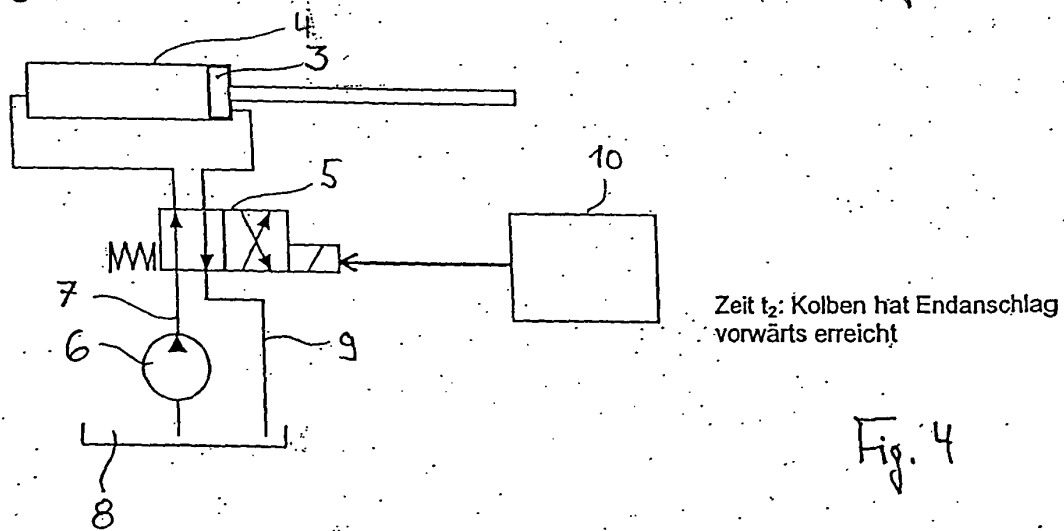
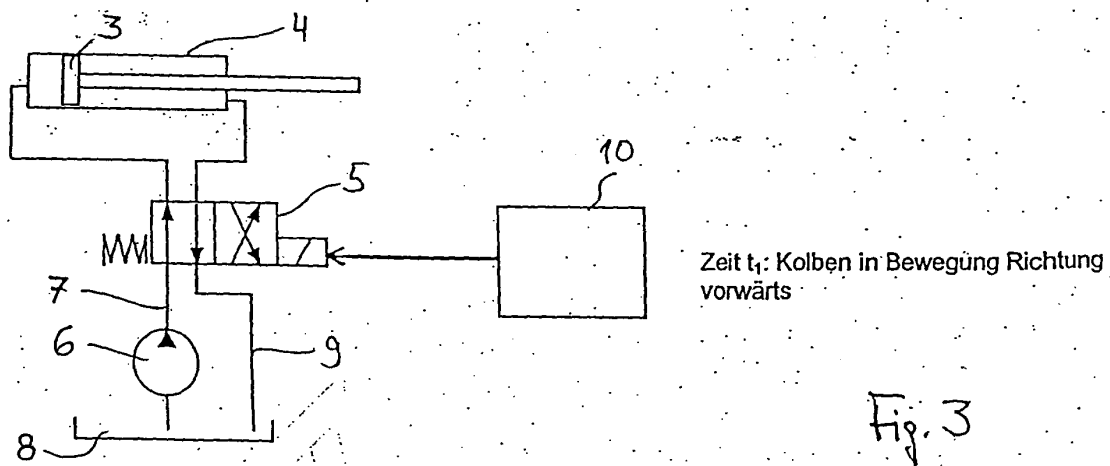
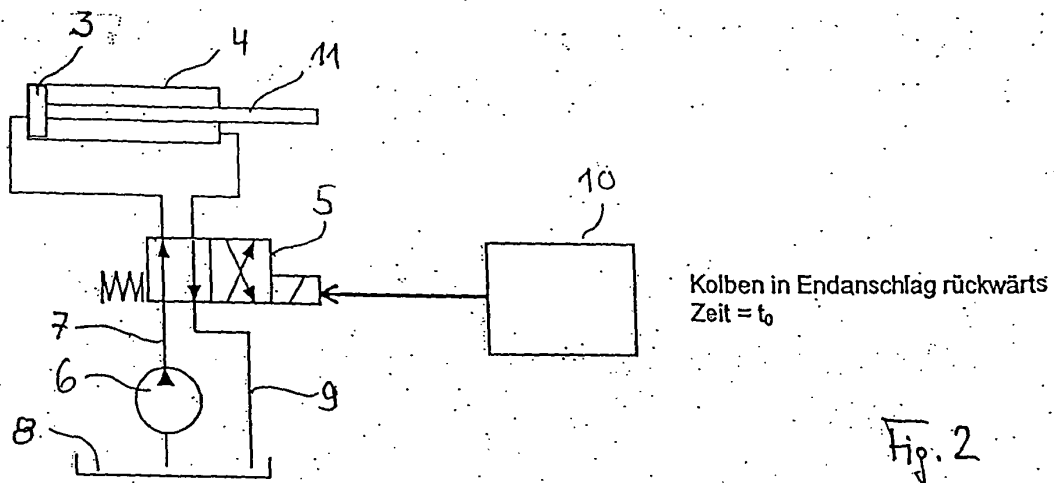
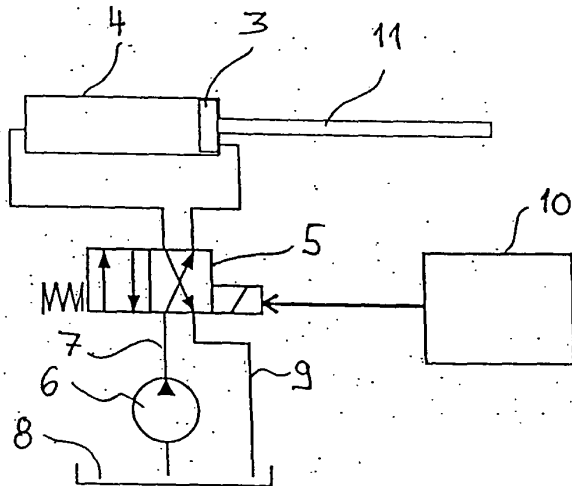


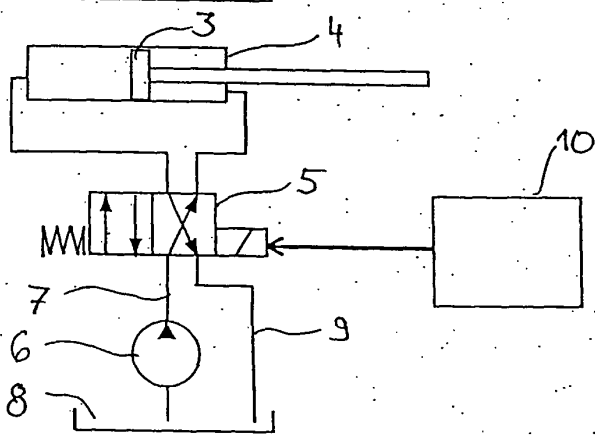
Fig. 9





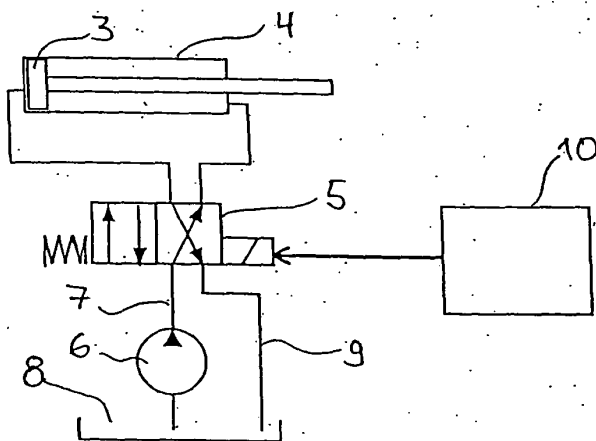
Zeit = t_3 : Steuerventil hat umgeschaltet

Fig. 5



Zeit t_4 : Kolben bewegt sich zurück Richtung rückwärts

Fig. 6



Zeit t_5 : Der Kolben hat die Ausgangsposition wieder erreicht.

Fig. 7