



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 122 380 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
19.11.2003 Patentblatt 2003/47

(51) Int Cl.7: **E04G 21/04**, F04B 49/00

(21) Anmeldenummer: **01102009.6**

(22) Anmeldetag: **30.01.2001**

(54) **Dickstoffförderer mit Verteilermast sowie Verfahren zum pulsierenden Pumpen von Dickstoffen**

Slurry pump with distribution boom as well as method of pulsation pumping of slurries

Pompe pour matières visqueuses avec mât de distribution et méthode de pompage à pulsations de matières visqueuses

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT

(30) Priorität: **03.02.2000 DE 10004779**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.08.2001 Patentblatt 2001/32

(73) Patentinhaber: **PUTZMEISTER
Aktiengesellschaft
72631 Aichtal (DE)**

(72) Erfinder: **Rau, Kurt
63546 Hammersbach (DE)**

(74) Vertreter: **Wolf, Eckhard, Dr.-Ing. et al
Patentanwälte Wolf & Lutz
Hauptmannsreute 93
70193 Stuttgart (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 19 503 895 GB-A- 1 306 137

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no.
10, 10. Oktober 2000 (2000-10-10) -& JP 2000
282687 A (ISHIKAWAJIMA CONSTR MACH CO)**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 122 380 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Dickstoffförderer mit einer pulsierend arbeitenden Dickstoffpumpe, mit einer ausgangsseitig an die Dickstoffpumpe angeschlossenen Förderleitung, mit einem als Träger für die Förderleitung dienenden Verteilermast, mit einer Steuereinrichtung zur Einstellung einer Sollpumpfrequenz nach Maßgabe einer vorgegebenen Fördermenge pro Zeitintervall und mit Mitteln zur Dämpfung von beim Pumpvorgang erzwungenen mechanischen Schwingungen im Verteilermast. Weiter betrifft die Erfindung ein Verfahren zum pulsierenden Pumpen von Dickstoffen, insbesondere von Beton, durch eine auf einem mechanisch schwingungsfähigen Verteilermast angeordnete Förderleitung, bei welchem eine Sollpumpfrequenz nach Maßgabe einer vorgebbaren Fördermenge pro Zeitintervall eingestellt wird und bei welchem die im Verteilermast beim Pumpvorgang erzwungenen mechanischen Schwingungen gedämpft werden.

[0002] Es sind als Betonpumpen ausgebildete Dickstoffförderer dieser Art bekannt (DE-A-19503895), bei denen die zum Anfahren der Betonierstelle erforderlichen Mastbewegungen von einem Mastführer z.B. mit einer Funkfernsteuerung "von Hand" gesteuert werden, während ein Assistent des Mastführers (Schlauchmann) den Endschlauch über die vorgesehene Betonierstelle führt. Der auf einem Unterbau angeordnete Verteilermast ist seiner Konstruktion nach ein elastisch schwingungsfähiges System, das zu Eigenschwingungen anregbar ist. Eine resonante Anregung solcher Schwingungen kann dazu führen, daß das freie Ende des Verteilermasts mit Amplituden von einem Meter und mehr schwingt. Eine Schwingungsanregung ist z.B. durch den pulsierenden Betrieb der üblicherweise als Zweizylinder-Kolbenpumpe ausgebildeten Dickstoffpumpe und durch die hieraus resultierende periodische Beschleunigung und Verzögerung der durch die Förderleitung gedrängten Betonsäule möglich. Ein resonantes Aufschaukeln der Mastschwingung hat vor allem bei größeren Fördermengen zur Folge, daß der Beton nicht mehr gleichmäßig verteilt werden kann und der Schlauchmann gefährdet wird. Um dies zu vermeiden, wurde bei der bekannten Betonpumpe die Verwendung eines Lage-Regelkreises vorgeschlagen, der innerhalb eines vorgebbaren Variationsbereichs das Niveau des mastseitigen Endes des Endschlauches bezüglich einer ortsfesten horizontalen Bezugsebene stabilisiert. Hierzu ist zusätzlich eine Sensoreinrichtung vorgesehen, über deren Ausgangssignale ein Koordinatenstellantrieb zur kompensatorischen Auslenkung der Mastspitze oder des Endschlauches ansteuerbar ist. Es hat sich gezeigt, daß diese Maßnahmen recht aufwendig sind und nicht immer zu dem gewünschten Erfolg führen. Weiter wurde dort vorgeschlagen, die schwingende Mastspitze nach dem Prinzip der Schwingungstilgung zu beruhigen, gemäß welchem eine Schwingmasse an einem schwingungsfähigen Segment elastisch nach-

giebig gelagert und durch die Schwingungsbewegungen des Segments gegenphasig anregbar ist.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Dickstoffförderer mit schwingungsfähigem Verteilermast sowie ein Verfahren zu dessen Betrieb zu entwickeln, womit ohne jegliche Sensorik mit einfachen Mitteln eine wirksame Schwingungsdämpfung möglich ist.

[0004] Zur Lösung dieser Aufgabe werden die in den Ansprüchen 1 und 4 angegebenen Merkmalskombinationen vorgeschlagen. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

[0005] Die erfindungsgemäße Lösung geht von der Erkenntnis aus, daß in einem schwingungsfähigen System, das durch periodische Fremdkräfte zu Schwingungen angeregt wird, es bei einer Frequenzvariation der Fremdkräfte vor allem beim Durchgang durch die Eigenfrequenz des Systems zu Phasenverschiebungen kommt, die zu einer Schwingungstilgung nach dem Interferenzprinzip führen. Um dies zu erreichen, wird gemäß der Erfindung vorgeschlagen, daß die Steuereinrichtung eine die Dämpfungsmittel bildende Steuerung oder programmierte Steueranweisung zur periodischen Variation oder Modulation der Pumpfrequenz gegenüber der Sollpumpfrequenz unter Beibehaltung der vorgegebenen Fördermenge pro Zeitintervall aufweist. Im Falle eines hydraulischen Pumpenantriebs wird die Pumpfrequenz durch Variation der Förderleistung der Hydropumpe moduliert. Der Modulationszyklus kann dabei über die programmierte Steueranweisung aus einer Datei digital abgerufen werden. Da die Fördermenge ein wichtiger Einstellparameter ist, wird gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung zum Zwecke der Schwingungsdämpfung die Pumpfrequenz gegenüber der Sollpumpfrequenz unter Beibehaltung der vorgegebenen Fördermenge pro Zeitintervall periodisch variiert oder moduliert. Es ist dabei von Vorteil, wenn die Pumpfrequenz schrittweise periodisch gegenüber der Sollpumpfrequenz angehoben und abgesenkt wird. Die einfachste Möglichkeit besteht darin, daß die Pumpfrequenz zwischen zwei Eckfrequenzen in vorgegebenen Modulationszyklen hin- und hergeschaltet wird, wobei die eine Eckfrequenz höher und die andere Eckfrequenz niedriger als die zur eingestellten Fördermenge gehörende Sollpumpfrequenz ist. Alternativ dazu wird zwischen der Sollpumpfrequenz sowie einer höheren und einer niedrigeren Eckfrequenz in vorgegebenen Modulationszyklen hin- und hergeschaltet. Jeder Modulationsstufe sind vorteilhafterweise mindestens zwei, vorzugsweise vier bis zehn Pumpenhübe gleicher Hubdauer zugeordnet. Erfahrungsgemäß wird eine ausreichende Schwingungsdämpfung erreicht, wenn die Eckfrequenzen um bis zu $\pm 10\%$ von der Sollpumpfrequenz abweichen.

[0006] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung werden die Eigenfrequenzen verschiedener Mastkonfigurationen gemessen und in digital abrufbaren Dateien hinterlegt. Da

Dämpfungsmaßnahmen nur in der Nähe der Eigenfrequenzen des schwingungsfähigen Systems notwendig sind, wird gemäß der Erfindung vorgeschlagen, daß die Pumpfrequenz nur dann variiert oder moduliert wird, wenn die Sollpumpfrequenz um weniger als ein vorgegebener Differenzbetrag, vorzugsweise um weniger als 30 % der Eigenfrequenz der eingestellten Mastkonfiguration abweicht. Um den Interferenzeffekt beim Dämpfungsvorgang voll ausschöpfen zu können, ist es von Vorteil, wenn die oberen und unteren Eckfrequenzen der modulierten Pumpfrequenz oberhalb bzw. unterhalb der Eigenfrequenz des Verteilmasts liegen.

[0007] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, daß in der Umschaltphase zwischen zwei Pumpfrequenzen jeweils eine Wartezeit eingehalten wird, die zweckmäßig kleiner als die Dauer eines Pumpenhubes ist.

[0008] Im folgenden wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung in schematischer Weise dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine Seitenansicht einer Autobetonpumpe mit zusammengelegtem Verteilmast;

Fig. 2 die Autobetonpumpe nach Fig. 1 mit Verteilmast in Arbeitsstellung;

Fig. 3 ein Blockschaltbild einer Steuereinrichtung zur Ansteuerung einer pulsierend arbeitenden Dickstoffpumpe über eine Fernbedienung.

[0009] Die Autobetonpumpe 10 umfaßt ein Transportfahrzeug 11, eine z.B. als Zweizylinder-Kolbenpumpe ausgebildete pulsierende Dickstoffpumpe 12 sowie einen um eine fahrzeugfeste Hochachse 13 drehbaren Verteilmast 14 als Träger für eine Betonförderleitung 16. Über die Förderleitung 16 wird Flüssigbeton, der in einen Aufgabeebehälter 17 während des Betonierens fortlaufend eingebracht wird, zu einer von dem Standort des Fahrzeugs 11 entfernt angeordneten Betonierstelle 18 gefördert.

[0010] Der Verteilmast 14 besteht aus einem mittels eines hydraulischen Drehantriebs 19 um die Hochachse 13 drehbaren Mastbock 21 und einem an diesem schwenkbaren Knickausleger 22, der auf variable Reichweite und Höhendifferenz zwischen dem Fahrzeug 11 und der Betonierstelle 18 kontinuierlich einstellbar ist. Der Knickausleger 22 besteht bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel aus fünf gelenkig miteinander verbundenen Mastarmen 23 bis 27, die um parallel zueinander und rechtwinklig zur Hochachse 13 des Mastbocks 21 verlaufende Achsen 28 bis 32 schwenkbar sind. Die Knickwinkelbereiche ε_1 bis ε_5 (Fig. 2) der durch die Gelenkachsen 26 bis 32 gebildeten Knickgelenke und deren Anordnung zueinander sind so aufeinander abgestimmt, daß der Verteilmast 14 mit der aus Fig. 1 ersichtlichen, einer mehrfachen Faltung entsprechenden raumsparenden Transportkonfiguration auf

dem Fahrzeug 11 ablegbar ist (Fig. 1). Durch programmgesteuerte Aktivierung von Knickantrieben 34 bis 38, die den Gelenkachsen 28 bis 32 einzeln zugeordnet sind, ist der Knickmast in unterschiedlichen Distanzen und/oder Höhendifferenzen zwischen der Betonierstelle 18 und dem Fahrzeugstandort entfaltbar (Fig. 2).

[0011] Der Mastführer steuert z.B. mittels einer Funkfernsteuerung 50 die Mastbewegungen, durch die die Mastspitze mit dem Endschlauch 43 über den zu betonierenden Bereich hinweg geführt wird. Der Endschlauch 43 hat eine typische Länge von 3 bis 4 m und kann wegen seiner gelenkigen Aufhängung im Bereich der Mastspitze und aufgrund seiner Eigenflexibilität mit seinem Austrittsende von einem Schlauchmann in der günstigsten Position zur Betonierstelle 18 gehalten werden.

[0012] Die Ansteuerung der Dickstoffpumpe erfolgt über die Fernbedienung 50, an der vom Mastführer eine Beton-Sollfördermenge eingestellt und als Vorgabesignal per Funk an einen Mikrocontroller 52 der Pumpensteuerung übertragen wird. Im Mikrocontroller wird die vorgegebene Sollfördermenge in eine Sollpumpfrequenz umgerechnet und mit der aktuellen Pumpfrequenz unter Bildung eines Vergleichssignals verglichen. Das Vergleichssignal wird vom Mikrocontroller an einen Fördermengenregler 54 weitergegeben, in welchem ein Mengenventil oder eine Schwenkscheibe der Förderpumpe 56 nach Maßgabe der vorgegebenen Sollpumpfrequenz eingeregelt wird. Bei gegebener Öl-Fördermenge stellt sich die Hubzeit und damit die Pumpfrequenz für den hydraulischen Antriebszylinder 57 der Dickstoffpumpe automatisch ein.

[0013] Der Verteilmast 14 stellt zusammen mit dem Transportfahrzeug 11 ein schwingungsfähiges System dar, das im Betrieb der pulsierend arbeitenden Dickstoffpumpe 12 zu erzwungenen Schwingungen anregbar ist. Die Schwingungen können zu Auslenkungen der Mastspitze und des an dieser hängenden Endschlauchs 43 führen, mit Amplituden um 1 m und Frequenzen zwischen 0,5 und einigen Hz.

[0014] Um ein resonantes Aufschaukeln des Verteilmasts zu vermeiden, enthält der Mikrocontroller 52 zusätzlich eine Dämpfungseinrichtung 58, die einen Frequenzgenerator oder einen Algorithmus zur periodischen Variation der Pumpfrequenz gegenüber der Sollpumpfrequenz aufweist. Die Dämpfungseinrichtung 58 enthält zusätzlich einen maschinenabhängigen Parametersatz zur Erzeugung der optimalen Frequenzvariation. Die Pumpfrequenz wird dabei so variiert, daß im Wechsel eine Erhöhung und eine Erniedrigung gegenüber der Sollpumpfrequenz eintritt, und zwar so, daß im Mittel die über die Fernsteuerung 50 vorgegebene Beton-Fördermenge eingehalten wird. Über die Dämpfungseinrichtung 58 wird das Ausgabesignal des Mikrocontrollers 52 so modifiziert, daß über den Fördermengenregler 54 eine variable Öl-Fördermenge eingestellt wird, die zu einer Variation der Pumpfrequenz in den Antriebszylindern 57 der Dickstoffpumpe 12 führt. Die Fre-

quenzvariation wird dabei so dimensioniert, daß die Schwingungen im Verteilermast 14 aufgrund eines Interferenzeffekts weitgehend eliminiert werden.

[0015] Zusammenfassend ist folgendes festzuhalten: Die Erfindung bezieht sich auf einen Dickstoffförderer mit einer pulsierend arbeitenden Dickstoffpumpe 12. Die Dickstoffpumpe ist ausgangsseitig an eine Förderleitung 16 angeschlossen, die über einen elastisch schwingungsfähigen Verteilermast 14 geführt ist. Weiter ist eine Steuereinrichtung 50,52 zur Einstellung einer Sollpumpfrequenz nach Maßgabe einer vorgegebenen Beton-Fördermenge pro Zeitintervall sowie eine Einrichtung 58 zur Dämpfung von beim Pumpvorgang erzwungenen mechanischen Schwingungen im Verteilermast 14 vorgesehen. Um eine einfache aktive Schwingungsdämpfung zu ermöglichen, wird die Pumpfrequenz gegenüber der Sollpumpfrequenz unter Beibehaltung der vorgegebenen Beton-Fördermenge pro Zeitintervall periodisch variiert oder moduliert.

Patentansprüche

1. Dickstoffförderer mit einer pulsierend arbeitenden Dickstoffpumpe (12), mit einer ausgangsseitig an die Dickstoffpumpe angeschlossenen Förderleitung (16), mit einem als Träger für die Förderleitung (16) dienenden Verteilermast (14), mit einer Steuereinrichtung (50 bis 56) zur Einstellung einer Sollpumpfrequenz nach Maßgabe einer vorgegebenen Fördermenge pro Zeitintervall und mit Mitteln (58) zur Dämpfung von beim Pumpvorgang erzwungenen mechanischen Schwingungen im Verteilermast (14), **dadurch gekennzeichnet, daß** die Steuereinrichtung eine die Dämpfungsmittel (58) bildende Steuerschaltung oder programmierte Steueranweisung zur automatischen periodischen Variation oder Modulation der Pumpfrequenz gegenüber der Sollpumpfrequenz unter Beibehaltung der vorgegebenen Fördermenge pro Zeitintervall aufweist.
2. Dickstoffförderer nach Anspruch 1, bei welchem die vorzugsweise als Kolbenpumpe ausgebildete Dickstoffpumpe (12) unmittelbar oder mittelbar über einen Hydrozylinder (57) durch eine Hydropumpe (56) antreibbar ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Pumpfrequenz durch Variation der Förderleistung der Hydropumpe (56) einstellbar ist.
3. Dickstoffpumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Modulationszyklus über die programmierte Steueranweisung aus einem Speicher digital abrufbar ist.
4. Verfahren zum pulsierenden Pumpen von Dickstoffen, insbesondere von Beton, durch eine auf einem mechanisch schwingungsfähigen Verteilermast (14) angeordnete Förderleitung (16), bei welchem

eine Sollpumpfrequenz nach Maßgabe einer vorgebbaren Fördermenge pro Zeitintervall eingestellt wird und bei welchem die im Verteilermast (14) beim Pumpvorgang erzwungenen mechanischen Schwingungen gedämpft werden, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur Dämpfung der im Verteilermast beim Pumpvorgang erzwungenen Schwingungen die Pumpfrequenz unter Beibehaltung der vorgegebenen Fördermenge pro Zeitintervall periodisch gegenüber der Sollpumpfrequenz variiert oder moduliert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Pumpfrequenz schrittweise periodisch gegenüber der Sollpumpfrequenz angehoben und abgesenkt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Pumpfrequenz zwischen zwei Eckfrequenzen in vorgegebenen Modulationszyklen hin- und hergeschaltet wird, wobei die eine Eckfrequenz höher und die andere Eckfrequenz niedriger als die Sollpumpfrequenz ist.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwischen der Sollpumpfrequenz sowie einer höheren und einer niedrigeren Eckfrequenz in vorgegebenen Modulationszyklen hin- und hergeschaltet wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** jedem Modulationsschritt mindestens zwei, vorzugsweise vier bis zehn Pumpenhübe gleicher Hubdauer zugeordnet sind.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Eckfrequenzen um bis zu $\pm 10\%$ von der Sollpumpfrequenz abweichen.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Eigenfrequenzen verschiedener Mastkonfigurationen gemessen und in digital abrufbaren Dateien hinterlegt werden.
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Pumpfrequenz nur dann variiert oder moduliert wird, wenn die Sollpumpfrequenz um weniger als ein vorgegebener Differenzbetrag, vorzugsweise um weniger als 30 % von der Eigenfrequenz der eingestellten Mastkonfiguration abweicht.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** in einer Umschaltphase zwischen zwei Pumpfrequenzen eine Wartezeit eingehalten wird, die zweckmäßig kleiner als die Dauer eines Pumpenhubs ist.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** die oberen und unteren Eckfrequenzen der modulierten Pumpfrequenz oberhalb und unterhalb der Eigenfrequenz des Verteilmasts liegen.

5

Claims

1. Thick matter conveyor with a thick matter pump (12), operating by pulsation, with a delivery pipe (16) connected to the output side of the thick matter pump, a distributing boom (14) acting as carrier for the delivery pipe (16), a control device (50 to 56) for setting a desired pump frequency according to a preset conveyance rate per time interval and means (58) for damping mechanical oscillations in the distributing boom (14) forced during the pump process, **characterised in that** the control device has a control circuit or programmed control statement, forming the damping means (58), for automatic periodical variation or modulation of the pump frequency in respect of the desired pump frequency while maintaining the preset conveyance rate per time interval.
2. Thick matter conveyor according to claim 1, in which the thick matter pump (12), preferably designed as a piston pump, can be driven directly or indirectly by a hydropump (56) via a hydrocylinder (57), **characterised in that** the pump frequency can be set by variation of the conveying capacity of the hydropump (56).
3. Thick matter pump according to claim 1 or 2, **characterised in that** the modulation cycle can be retrieved digitally from a memory via the programmed control statement.
4. Method for pulsation pumping of thick matter, in particular of concrete, through a delivery pipe (16) arranged on a mechanically oscillatory distributing boom (14), in which a desired pump frequency is set according to a preset conveyance rate per time interval and in which the mechanical oscillations forced in the distributing boom (14) during the pump process are damped, **characterised in that** for damping the oscillations forced in the distributing boom during the pump process, the pump frequency is varied or modulated periodically in respect of the desired pump frequency while maintaining the preset conveyance rate per time interval.
5. Method according to claim 4, **characterised in that** the pump frequency is raised and lowered periodically step by step in respect of the desired pump frequency.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

6. Method according to claim 5, **characterised in that** the pump frequency is switched forwards and backwards between two cut-off frequencies in preset modulation cycles, wherein one cut-off frequency is higher and the other cutoff frequency lower than the desired pump frequency.

7. Method according to claim 6, **characterised in that** there is switching forwards and backwards between the desired pump frequency and also a higher and a lower cut-off frequency in preset modulation cycles.

8. Method according to one of claims 5 to 7, **characterised in that** at least two, preferably four to ten pump lifts of identical lifting duration are assigned to each modulation step.

9. Method according to one of claims 6 to 8, **characterised in that** the cut-off frequencies differ by up to $\pm 10\%$ from the desired pump frequency.

10. Method according to one of claims 4 to 9, **characterised in that** the natural frequencies of different boom configurations are measured and deposited in digitally retrievable files.

11. Method according to claim 10, **characterised in that** the pump frequency is varied or modulated only if the desired pump frequency differs from the natural frequency of the set boom configuration by less than a preset differential sum, preferably by less than 30%.

12. Method according to one of claims 4 to 11, **characterised in that** in a switchover phase between two pump frequencies a waiting time is adhered to which is advantageously smaller than the duration of a pump lift.

13. Method according to one of claims 10 to 12, **characterised in that** the upper and lower cut-off frequencies of the modulated pump frequency are above and below the natural frequency of the distributing boom.

Revendications

1. Transporteur de matières visqueuses avec une pompe à matières visqueuses à fonctionnement pulsé (12), avec une conduite de transport (16) raccordée côté sortie à la pompe à matières visqueuses, avec un mât de distribution (14) servant de support à la conduite de transport (16), avec un dispositif de commande (50 à 56) pour le réglage d'une fréquence de pompage de consigne moyennant la spécification d'une quantité transportée prédéter-

- minée par intervalle de temps et avec des moyens (58) d'amortissement des oscillations mécaniques forcées dans le mât de distribution (14) lors du processus de pompage, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande comporte un circuit de commande ou une instruction de commande programmée, formant les moyens d'amortissement (58), pour la variation ou la modulation périodique automatique de la fréquence de la pompe par rapport à la fréquence de pompage de consigne, tout en conservant la quantité transportée par intervalle de temps.
2. Transporteur de matières visqueuses selon la revendication 1, sur lequel la pompe à matières visqueuses (12) configurée de préférence comme pompe à pistons, peut être entraînée directement ou indirectement par une pompe hydraulique (56) par l'intermédiaire d'un vérin hydraulique (57), **caractérisé en ce que** la fréquence de la pompe est réglable par variation du débit de la pompe hydraulique (56).
3. Transporteur de matières visqueuses selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le cycle de modulation peut être appelé numériquement depuis une mémoire par l'instruction de commande programmée.
4. Procédé de pompage pulsé de matières visqueuses, en particulier de béton, à travers une conduite de transport (16) disposée sur un mât de distribution (14) capable d'oscillations mécaniques, pour lequel une fréquence de pompage de consigne est réglée moyennant la spécification d'une quantité transportée par intervalle de temps pouvant être prédéterminée et pour lequel les oscillations mécaniques forcées dans le mât de distribution (14) lors du processus de pompage sont amorties, **caractérisé en ce que**, pour l'amortissement des oscillations forcées lors du processus de pompage, la fréquence de la pompe est variée ou modulée périodiquement par rapport à la fréquence de pompage de consigne, tout en conservant la quantité transportée par intervalle de temps.
5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** la fréquence de la pompe est augmentée ou abaissée pas à pas périodiquement par rapport à la fréquence de pompage de consigne.
6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la fréquence de la pompe est commutée dans un sens et dans l'autre entre deux fréquences limites dans des cycles de modulation prédéterminés, une fréquence limite étant supérieure et l'autre fréquence limite étant inférieure à la fréquence de pompage de consigne.
7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la fréquence de pompage est commutée entre la fréquence de pompage de consigne ainsi qu'entre une fréquence limite supérieure et une fréquence limite inférieure, dans des cycles de modulation prédéterminés.
8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 à 7, **caractérisé en ce qu'à** chaque étape de modulation sont affectées au moins deux, de préférence quatre à dix courses de la pompe, de même durée de course.
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, **caractérisé en ce que** les fréquences limites diffèrent de jusqu'à $\pm 10\%$ de la fréquence de pompage de consigne.
10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 à 9, **caractérisé en ce que** la fréquence propre de différentes configurations de mât est mesurée et est stockée dans des fichiers pouvant être appelés numériquement.
11. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** la fréquence de la pompe n'est variée ou modulée que quand la fréquence de pompage de consigne s'écarte de la fréquence propre de la configuration de mât réglée de moins d'une différence prédéterminée, de préférence de moins de 30 %.
12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 à 11, **caractérisé en ce qu'un** temps d'attente est observé dans une phase de commutation entre deux fréquences de pompe, temps inférieur de manière appropriée à la durée d'une course de la pompe.
13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, **caractérisé en ce que** les fréquences limites supérieure et inférieure de la fréquence de pompage modulée se trouvent au-dessus et en dessous de la fréquence propre du mât de distribution.

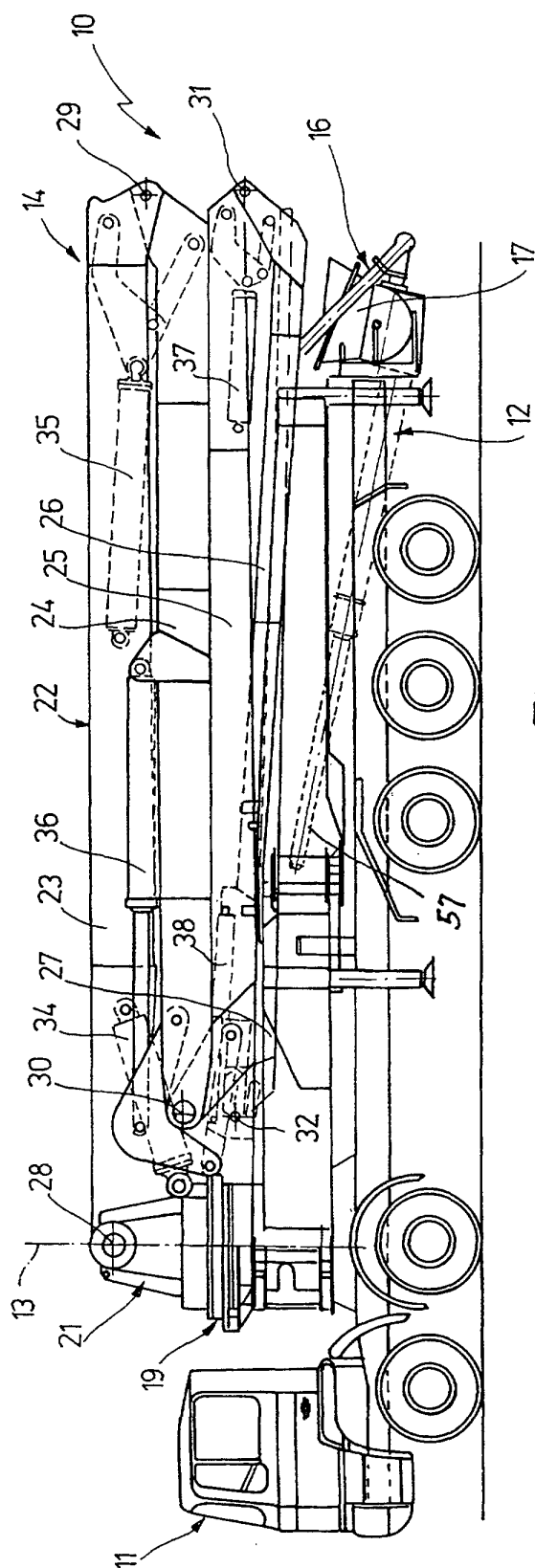


Fig. 1

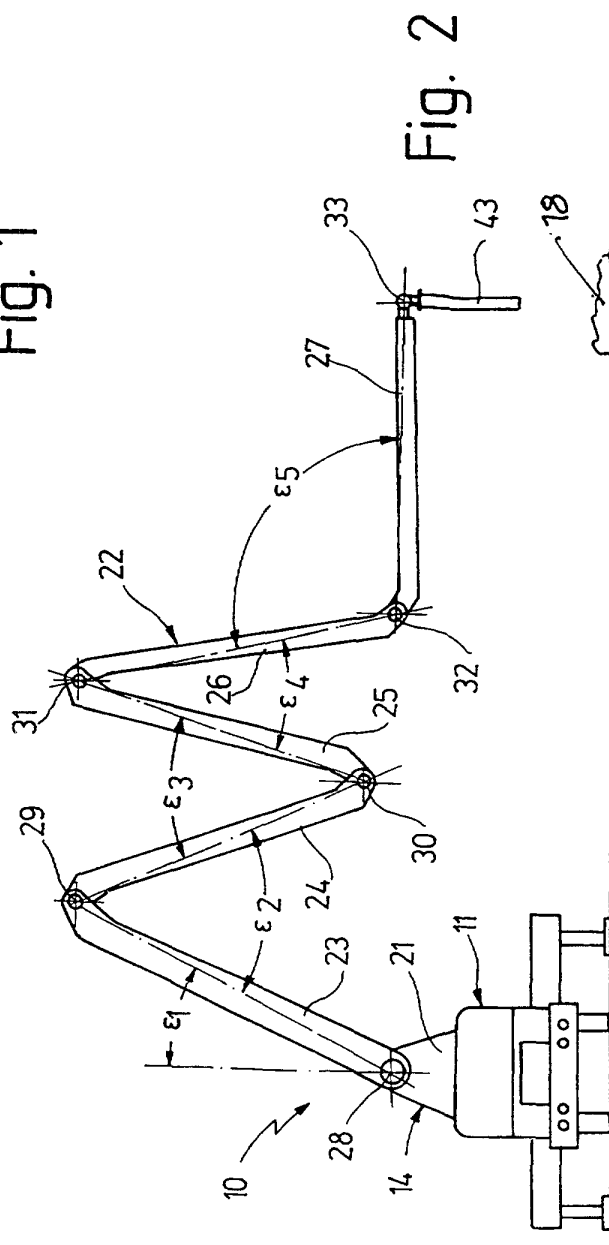


Fig. 2

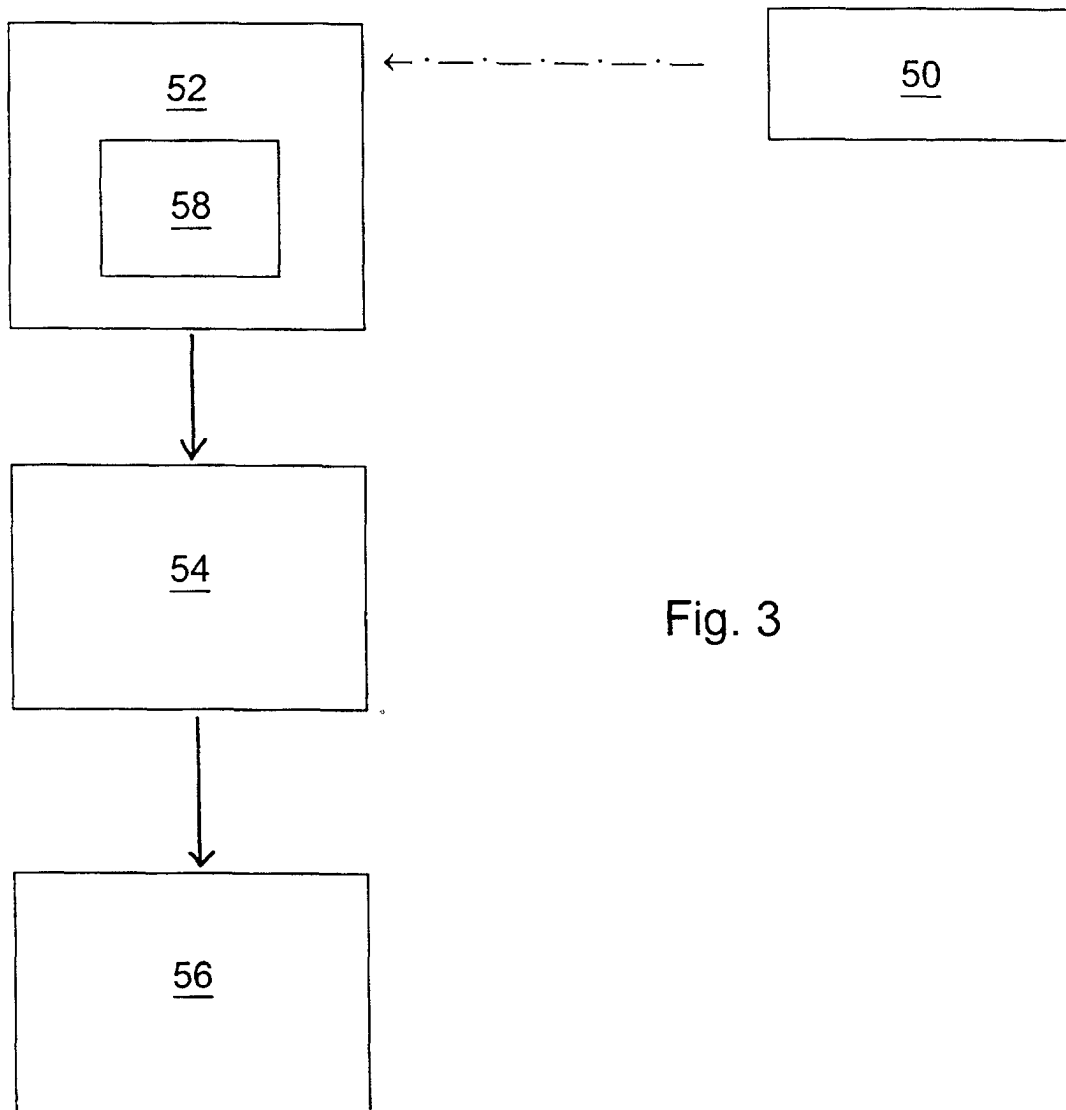


Fig. 3