

(19)



(11)

EP 4 031 712 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

14.02.2024 Patentblatt 2024/07

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

E01B 27/20^(2006.01) B06B 1/16^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

B06B 1/164; E01B 27/20

(21) Anmeldenummer: **20757854.3**

(22) Anmeldetag: **12.08.2020**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2020/072626

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2021/052684 (25.03.2021 Gazette 2021/12)

(54) **MASCHINE UND VERFAHREN ZUM STABILISIEREN EINES GLEISES**

MACHINE AND METHOD FOR STABILIZING A TRACK

MACHINE ET PROCÉDÉ DE STABILISATION DE VOIE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL 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 RS SE SI SK SM TR**

(73) Patentinhaber: **Plasser & Theurer Export von**

**Bahnbaumaschinen
Gesellschaft m.b.H.
1010 Wien (AT)**

(30) Priorität: **18.09.2019 AT 2972019**

(72) Erfinder: **HOFSTÄTTER, Josef**

4048 Puchenau (AT)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

27.07.2022 Patentblatt 2022/30

(56) Entgegenhaltungen:

**EP-A1- 0 092 014 WO-A1-03/028905
WO-A1-2007/065604 WO-A1-2019/158288**

EP 4 031 712 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

Gebiet der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft eine Maschine zum Stabilisieren eines Gleises, mit einem auf Schienenfahrwerken abgestützten Maschinenrahmen und einem höhenverstellbaren, durch Aggregatrollen auf Schienen des Gleises abrollbaren Stabilisationsaggregat, das einen Schwingungserreger mit rotierenden Unwuchtmassen zur Erzeugung einer dynamisch in einer Gleisebene normal zu einer Gleislängsrichtung wirkenden Schlagkraft sowie einen Höhenantrieb zur Erzeugung einer auf das Gleis wirksamen Auflast umfasst. Zudem betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer solchen Maschine.

Stand der Technik

[0002] Zu den heute anerkannten Instandhaltungsmaßnahmen im Oberbau gehört die Verdichtung des Schotterbettes mittels dynamischer Gleisstabilisatoren nach Stopfarbeiten. Mit dieser Methode wird nicht nur der Querverschiebewiderstand des Gleisrostes erhöht, sondern auch eine hohe Gleisqualität über einen längeren Zeitraum erreicht.

[0003] Die Verdichtwirkung wird dabei durch mehrere Parameter, darunter Verdichtfrequenz, Schwingungsamplitude, vertikale Auflast und dynamische Schlagkraft, beeinflusst. Die Frequenz ist durch das Materialverhalten des Schotters auf den Bereich von etwa 32-38 Hz begrenzt. In diesem Bereich zeigt das Schotterbett das optimale Verhalten.

[0004] Maschinen zum Stabilisieren eines Gleises sind aus dem Stand der Technik bereits mehrfach bekannt. Bei einem sogenannten dynamischen Gleisstabilisator werden zwischen zwei Schienenfahrwerken befindliche Stabilisationsaggregate über eine Höhenverstellung auf ein zu stabilisierendes Gleis abgesenkt und mit einer vertikalen Auflast beaufschlagt. Über Aggregatrollen und an Außenseiten der Schienenköpfe anliegenden Zangenrollen wird unter kontinuierlicher Vorfahrt eine Querschwingung der Stabilisationsaggregate auf das Gleis übertragen.

[0005] Eine solche Maschine ist beispielsweise aus der WO 2008/009314 A1 bekannt. Dabei umfasst das Stabilisationsaggregat verstellbare Unwuchtmassen, um bedarfsweise die Schlagkraft rasch auf einen reduzierten Wert oder auf null zu reduzieren (z.B. bei festen Bauwerken, etwa Brücken oder Tunnels) und sofort nach Erreichen eines zu stabilisierenden Gleisabschnitts auf den ursprünglichen Wert anzuheben.

Eine weitere Maschine zur Gleisstabilisierung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ist aus WO 2019/158288 A1 bekannt.

[0006] Da die Frequenz nur innerhalb eines eingeschränkten Bereiches variiert werden kann, ist man dazu übergegangen, die Schlagkraft durch eine Lageverstel-

lung der Exzentermassen zu variieren. Ein Nachteil liegt hier im konstruktiven Aufbau der sich bewegenden Teile, der in seiner Umsetzung sehr aufwendig und komplex ist. Dadurch bedingt ist auch ein entsprechender Kostenaufwand für Wartung und Instandhaltung.

Zusammenfassung der Erfindung

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, für eine Maschine der eingangs genannten Art durch einen möglichst einfachen, robusten Aufbau des Stabilisationsaggregates eine signifikante Verbesserung der Wirtschaftlichkeit im Betrieb, bezogen auf den Instandhaltungsaufwand, gegenüber dem Stand der Technik anzugeben. Zudem soll ein mittels der Maschine durchgeführtes Verfahren zur Verdichtung des Schotterbettes des Gleisoberbaus angegeben werden.

[0008] Erfindungsgemäß werden diese Aufgaben gelöst durch eine Maschine gemäß Anspruch 1 und ein Verfahren gemäß Anspruch 10. Abhängige Ansprüche geben vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung an.

[0009] Die Erfindung sieht vor, dass eine Hauptunwuchtmasse und eine Nebenunwuchtmasse bei gleicher Rotationsgeschwindigkeit in Abhängigkeit der Drehrichtung unterschiedliche Fliehkräfte bewirken, wobei die beiden Unwuchtmassen in der Weise gekoppelt sind, dass bei Rotation in einer Drehrichtung die Unwuchtmassen zueinander eine erste Phasenverschiebung aufweisen und dass bei Rotation in die entgegengesetzte Drehrichtung die Unwuchtmassen zueinander eine von der ersten Phasenverschiebung abweichende zweite Phasenverschiebung aufweisen. Abhängig von der Anordnung der Unwuchtmassen verändert eine geänderte Phasenverschiebung sowohl die Richtung als auch die Stärke der Schlagkraft.

[0010] Einer Rotationswelle sind zumindest eine Hauptunwuchtmasse wie auch zumindest eine Nebenunwuchtmasse zugeordnet, wobei die Hauptunwuchtmasse fest mit der Welle verbunden ist. Diese Welle-Nabe-Verbindung wird form-, kraft-, oder stoffschlüssig ausgeführt.

[0011] Die Nebenunwuchtmasse ist derart gelagert, dass diese in einem definierten Winkelbereich frei drehbar beweglich ist. Dieser definierte Winkelbereich ist in Abhängigkeit der Antriebsdrehrichtung festgelegt und ergibt somit zwei mögliche, betragsmäßig unterschiedliche Phasenverschiebungen zwischen der Hauptunwuchtmasse und der zugeordneten Nebenunwuchtmasse, wobei Endanschläge in der jeweiligen Drehrichtung die Position der Hauptunwuchtmasse relativ zur Nebenunwuchtmasse bestimmen. Für die weiteren Ausführungen werden je eine Hauptunwuchtmasse und eine zugeordnete Nebenunwuchtmasse um dieselbe Rotationsachse als ein Unwuchtmassepaar bezeichnet.

[0012] Dabei umfasst das Stabilisationsaggregat als Hauptkomponenten in seinem konstruktiv einfachsten möglichen Aufbau eine Rotationswelle und ein Unwuchtmassepaar, bestehend aus einer Hauptunwuchtmasse

sowie einer Nebenunwuchtmasse.

[0013] Vorteilhaft ist es, wenn die Mitnahme der Nebenunwuchtmassen durch die Hauptunwuchtmassen formschlüssig, somit rein passiv durch sogenannte Mitnehmer erfolgt. Dabei ist es konstruktiv möglich, diese Mitnehmer als eigenständige Bauteile auszuführen, es kann aber auch durch entsprechende Formgestaltung der Hauptunwuchtmassen eine Integration der Mitnahmefunktion in einem einzigen Bauteil erfolgen. Aus dieser speziellen Formgestaltung bzw. geometrischen Anordnung der Mitnehmer ergibt sich ein vordefinierter Winkelbereich, in dem eine freie Drehbewegung der Nebenunwuchtmassen zwischen den Endanschlägen möglich ist.

[0014] In einer besonders vorteilhaften Weiterbildung umfasst das Stabilisationsaggregat zwei über Zahnräder gekoppelte, gegenläufige Rotationswellen und die je Welle zugehörigen Unwuchtmassepaare. Hier ergibt sich je nach Ausrichtung und Phasenlage der Unwuchtmassepaare zueinander und damit der einzelnen Fliehkräfte und ihren unterschiedlichen Wirkrichtungen eine Addition oder Subtraktion der Kraftvektoren im Maschinengehäuse. Dabei ist gewöhnlich vorgesehen, dass sich sämtliche Fliehkraftkomponenten in vertikaler Richtung subtrahieren, somit aufheben, während sich die Fliehkraftkomponenten in horizontaler Richtung addieren, somit die resultierende, maximal mögliche Gesamtschlagkraft in horizontaler Wirkrichtung erreicht wird. Daraus ergeben sich zumindest zwei betragsmäßig unterschiedliche Schlagkräfte um damit die auf das Gleis einwirkende Schlagkraft gezielt verändern zu können.

[0015] Zudem ist es günstig, wenn die jeweilige Unwuchtmasse mit einer in Gleislängsrichtung ausgerichteten Rotationsachse am Stabilisationsaggregat angeordnet ist. Diese Ausrichtung eignet sich besonders für den Einsatz in einem Stabilisationsaggregat, da die resultierende Schlagkraft normal zur Gleislängsrichtung auf das zu stabilisierende Gleis wirkt. Auf diese Weise ist eine optimale Energieeinbringung in das Gleis gegeben.

[0016] Auch kann es vorteilhaft sein, dass einer Rotationswelle wenigstens zwei Unwuchtmassepaare zugeordnet sind, wobei die Unwuchtmassepaare je eine Hauptunwuchtmasse sowie eine Nebenunwuchtmasse um dieselbe Rotationsachse umfassen. Je nach Anforderung an die Gesamtschlagkraft, beziehungsweise deren Betrag, können auf einer Rotationswelle mehrere Unwuchtmassepaare in Serie angeordnet sein.

[0017] Der Betrieb von zwei Stabilisationsaggregaten auf einer Maschine ist entweder gekoppelt, mittels eines gemeinsamen Antriebs, oder unabhängig voneinander über eigenständige Antriebe je Stabilisationsaggregat möglich.

[0018] Werden in einer vorteilhaften Weiterbildung auf einer Maschine zwei unabhängig voneinander angetriebene Stabilisationsaggregate eingesetzt, so sind bis zu acht betragsmäßig unterschiedliche Schlagkräfte ansteuerbar, dies ergibt sich mathematisch aus $3^2 - 1 = 8$.

[0019] In einer Ausprägung der Erfindung ist vorgesehen, dass bei unabhängig voneinander angetriebenen Stabilisationsaggregaten die jeweiligen Antriebe mittels einer gemeinsamen Steuerungseinrichtung angesteuert werden.

[0020] Dadurch sind die einzelnen Antriebe optimal aufeinander abstimmbar und präzise ansteuerbar. Durch eine Phasensynchronisation der nicht gekoppelten Stabilisationsaggregate kann entweder ein gleichschwingender oder gegenschiebender Betrieb sichergestellt werden. Vor allem zur Ansteuerung der oben genannten 8 unterschiedlichen Schlagkräfte ist dies von besonderem Vorteil.

[0021] In einer einfachen Ausprägung werden wenigstens zwei Stabilisationsaggregate auf einer Maschine gekoppelt betrieben, etwa über eine Gelenkwelle. Hier ermöglicht ein gemeinsamer Antrieb einen sehr kompakten Aufbau der Gesamtanordnung.

[0022] Für den Antrieb der Rotationswelle ist vorgesehen, dass die Antriebe als hydraulische Aktuatoren ausgebildet sind. Dadurch können die Antriebe in ein bereits bestehendes Hydrauliksystem der Maschine miteingebunden werden.

[0023] In einer anderen Ausprägung der Erfindung kann es vorteilhaft sein, wenn die jeweiligen Antriebe als elektrische Aktuatoren ausgebildet sind. Gerade bei neuen Maschinenkonzepten, die einen modernen und effizienteren Gesamtbetrieb mit Speisung über Akkumulatoren oder Oberleitung vorsehen, ist eine sinnvolle Einbindung möglich.

[0024] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben einer Maschine sieht vor, dass zumindest ein Stabilisationsaggregat über einen Höhenantrieb auf das Gleis abgesetzt und mit einer Auflast beaufschlagt wird und dass zumindest ein Unwuchtmassepaar über eine Rotationswelle mit umschaltbarer Drehrichtung angetrieben wird. Dadurch wird eine an die örtlichen Gegebenheiten anpassbare Gleisstabilisation mit einer veränderbaren Schlagkraft gewährleistet.

[0025] In einer günstigen Weiterbildung des Verfahrens wird ein Hochfahren der Antriebsleistung eines Antriebes des Stabilisierungsaggregates über einen sogenannten Soft-Anlauf geregelt. Dabei ist ein vordefinierter, steigender Rampenverlauf in einer übergeordneten Steuerung hinterlegt, der ein gezieltes Hochfahren innerhalb einer definierten Zeitspanne ermöglicht, um Stöße in den Endanschlägen der Unwuchtmassen zu vermeiden.

[0026] Eine weitere Ausprägung des Verfahrens ermöglicht eine variable Verstellung der Schlagkraft im Bereich zwischen wählbaren Schlagkraftstufen durch Änderung der Drehzahl des jeweiligen, zugehörigen Antriebes. Dies bietet dem Betreiber große Flexibilität und Präzision in der Gleisstabilisierung.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0027] Die Erfindung wird nachfolgend in beispielhaft-

ter Weise unter Bezugnahme auf die beigegefügt Figuren erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung:

- Fig. 1 Seitenansicht einer Maschine zum Stabilisieren eines Gleises
- Fig. 2 Stabilisationsaggregate unabhängig, mit eigenem Antrieb
- Fig. 3 Stabilisationsaggregate gekoppelt, mit gemeinsamem Antrieb
- Fig. 4 Detailansichten eines Stabilisationsaggregats / Schnittdarstellungen
- Fig. 5 Drehrichtungsabhängige Unwuchtverstellung über Mitnehmer
- Fig. 6 Unwuchtverstellung durch Drehzahlregelung im Zwischenbereich

Beschreibung der Ausführungsformen

[0028] Fig. 1 zeigt eine vereinfacht dargestellte Maschine 1 zum Stabilisieren eines auf Schotter 2 ruhenden Gleises 3, welche einen durch Schienenfahrwerke 4 auf Schienen 5 abgestützten Maschinenrahmen 6 umfasst. Zwischen den beiden endseitig positionierten Schienenfahrwerken 4 sind zwei Stabilisationsaggregate 7 in Gleislängsrichtung 8 hintereinander angeordnet. Diese sind jeweils durch Höhenantriebe 9 vertikal verstellbar mit dem Maschinenrahmen 6 verbunden.

[0029] Ein Messsystem 27 zum Erfassen der Schienengeometrie ist am Maschinenrahmen 6 angebracht. Eine Steuerungseinrichtung 26 ist für die Verarbeitung der vom Messsystem 27 erhaltenen Daten, wie auch die Ermittlung der Stellparameter zum Betrieb und zur Ansteuerung der Stabilisationsaggregate 7, der Höhenantriebe 9 und der Antriebe 13, eingerichtet.

[0030] Die Ausführung in Fig. 1 bildet unabhängige, nicht gekoppelte Stabilisationsaggregate 7 mit eigenen Antrieben 13 ab. In den folgenden Figuren (Fig. 2 und Fig. 3) werden mögliche Ausführungen mit gekoppelten wie auch nicht gekoppelten Stabilisationsaggregaten 7 gezeigt.

[0031] In Fig. 2 sind unabhängige Stabilisationsaggregate mit eigenem Antrieb gezeigt. Mit Hilfe von auf den Schienen 5 abrollbaren Aggregatrollen 10 kann jedes Stabilisationsaggregat 7 formschlüssig mit dem Gleis 3 in Eingriff gebracht werden, um dieses mit einer gewünschten Schwingungsfrequenz in Schwingung zu versetzen. Die Aggregatrollen 10 umfassen für jede Schiene 5 zwei Spurkranzrollen, die an der Innenseite der Schiene 5 abrollen, und eine Zangenrolle, die im Betrieb von außen mittels eines Zangenmechanismus 11 gegen die Schiene 5 gedrückt ist. Durch die Höhenantriebe 9 wird eine vertikale statische Auflast auf das Gleis 3 aufgebracht.

[0032] Die Antriebe 13 des Stabilisationsaggregates 7 sind an eine gemeinsame Versorgungseinrichtung 25 angeschlossen. Bei elektrischen Antrieben 13 ist das beispielsweise eine Motor-Generator-Einheit mit Speisung aus einem elektrischen Speicher. Auch eine Oberleitung

ist zur Versorgung elektrischer Antriebe 13 nutzbar, wenn die Maschine 1 über Stromabnehmer und entsprechende Umrichter verfügt. Kommen hydraulische Antriebe 13 zum Einsatz, so ist die Versorgungseinrichtung 25 sinnvollerweise in ein Hydrauliksystem der Maschine 1 integriert.

[0033] Eine Alternative zeigt Fig. 3 mit gekoppelten Stabilisationsaggregaten und einem gemeinsamen Antrieb. Der grundsätzliche Aufbau der Stabilisationsaggregate 7 ist mit der Ausführung in Fig. 2 ident, der Unterschied liegt hier in der Koppelung der Anordnung in Gleislängsrichtung 8 und der Gestaltung der Antriebe 13. Über eine Verbindungswelle 15 sind die Stabilisationsaggregate 7 antriebsmäßig mitsammen verbunden. Der Antrieb 13 und die Verbindungswelle 14 sind nur einfach ausgeführt.

[0034] In Fig. 4 ist eines der Stabilisationsaggregate 7 im Detail in Schnittansichten dargestellt. Innerhalb eines Gehäuses 16 ist ein Schwingungserreger 17 angeordnet, welcher auf zwei Rotationsachsen 21 jeweils über eine Rotationswelle 18 mit darauf angeordneten Unwuchtmassen verfügt. Dabei bilden eine Hauptunwuchtmasse 19 und eine Nebenunwuchtmasse 20 ein Unwuchtmassepaar. Jede Rotationswelle 18 ist beidseitig im Gehäuse 16 über Wälzlager 22 drehbar gelagert.

[0035] Eine Koppelung der Unwuchtmassen 19, 20 erfolgt über sogenannte Mitnehmer 24, welche hier als eigenständige Elemente ausgeführt sind. Diese sind deckungsgleich direkt an der Hauptunwuchtmasse 19 wie auch an der Nebenunwuchtmasse 20 angebracht.

[0036] Die gegenläufigen Rotationswellen 18 sind über Zahnräder 23 mechanisch gekoppelt, wobei die Kraftübertragung auf die Rotationswelle 18 formschlüssig über eine Passfederverbindung erfolgt.

[0037] Über Gleitlager auf der Rotationswelle 18 frei drehbar gelagert sind die Nebenunwuchtmassen 20 ausgeführt, die Hauptunwuchtmassen 19 sind fest mit der Rotationswelle 18 über eine Passfederverbindung verbunden.

[0038] Die hier in Fig. 4 dargelegte Konstruktion zeigt auf den Rotationswellen 18 je zwei axial darauf angeordnete Unwuchtmassepaare, das heißt je zwei Hauptunwuchtmassen 19 mit je zwei Nebenunwuchtmassen 20. Als technisch einfachste Lösung ist ein Aufbau mit nur einer Rotationswelle 18 und nur einem darauf angeordneten Unwuchtmassepaar möglich.

[0039] Fig. 5 stellt die drehrichtungsabhängige Unwuchtverstellung über Mitnehmer 24 schematisch dar. Dabei zeigen die Darstellungen A, B, C, D, E, F, G, H die Winkelstellungen 0°, 90°, 180° und 270° jeweils für beide Drehrichtungen, wobei sich jede Darstellung aus einer oberen und einer unteren Rotationswelle 18 zusammensetzt. Die angegebene Drehrichtung ist immer auf die obere Rotationswelle 18 bezogen, die untere Rotationswelle 18 dreht durch mechanische Koppelung in die gegengesetzte Drehrichtung.

[0040] Die Darstellungen A bis D zeigen einen rechtsdrehenden Betrieb (Drehrichtung im Uhrzeigersinn) wäh-

rend die Darstellungen E bis H einen linksdrehenden Betrieb (Drehrichtung gegen Uhrzeigersinn) darstellen.

[0041] Der Aufbau in Darstellung A (Winkelstellung 0°) umfasst die obere, rechtsdrehende Rotationswelle 18 mit einem darauf angeordneten Unwuchtmassepaar. Die Hauptunwuchtmasse 19 mit zugehörigen Mitnehmern 24 (fein schraffiert) bewirkt eine Fliehkraft F1 vom Drehpunkt aus in vertikaler Richtung, die Nebenunwuchtmasse 20 mit zugehörigen Mitnehmern 24 (grob schraffiert) bewirkt ebenso eine Fliehkraft F3 vom Drehpunkt aus in vertikaler Richtung. Die Summe der beiden Fliehkräfte F1 und F3 ergibt die Gesamtflyhkraft Fges1. An der unteren Rotationswelle 18 (linksdrehend) wirkt die Gesamtflyhkraft Fges1 als Summe von F2 und F4 mit gleichem Betrag in entgegengesetzter Richtung, die Kräfte heben sich somit bei Reduktion auf das gesamte Stabilisationsaggregat 7 auf, es wirkt keine Kraft in vertikaler Richtung.

[0042] In Darstellung B (Winkelstellung 90°) wirkt die Gesamtflyhkraft Fges1 vom Drehpunkt aus in horizontaler Richtung. Selbe Kraftsituation herrscht an der unteren Rotationswelle 18 (linksdrehend), hier wirkt die Gesamtflyhkraft Fges1 als Summe von F2 und F4 mit gleichem Betrag in selbige Richtung, die Kräfte addieren sich und ergeben mit $2 \cdot F_{ges1}$ die maximal mögliche Schlagkraft in horizontaler Richtung auf das Gleis 3.

[0043] Analog zu den Darstellungen A und B verhalten sich die resultierenden Kräfte in den Darstellungen C (Winkelstellung 180°) und D (Winkelstellung 270°), hier kommt es ebenso zu einer Aufhebung (C) und einer Verdoppelung (D) der Gesamtflyhkraft Fges1.

[0044] Der Aufbau in Darstellung E (Winkelstellung 0°) zeigt nun eine linksdrehende Rotationswelle 18 mit einem darauf angeordneten Unwuchtmassepaar. Durch die geänderte Drehrichtung kommt es zu einer anderen Winkelstellung der beiden Unwuchtmassen 19, 20 zueinander. Die Hauptunwuchtmasse 19 mit zugehörigen Mitnehmern 24 (fein schraffiert) bewirkt eine Fliehkraft F1 vom Drehpunkt aus in vertikaler Richtung nach oben, die Nebenunwuchtmasse 20 mit zugehörigen Mitnehmern 24 (grob schraffiert) bewirkt eine Fliehkraft F3 vom Drehpunkt aus in vertikaler Richtung nach unten. Die Summe der beiden Fliehkräfte F1 und F3 ergibt die Gesamtflyhkraft Fges2. An der unteren Rotationswelle 18 (linksdrehend) wirkt die Gesamtflyhkraft Fges2 als Summe von F2 und F4 mit gleichem Betrag in entgegengesetzter Richtung, die Kräfte heben sich somit bei Reduktion auf das gesamte Stabilisationsaggregat 7 auf, es wirkt keine Kraft in vertikaler Richtung.

[0045] In Darstellung F (Winkelstellung 90°) wirkt die Gesamtflyhkraft Fges2 vom Drehpunkt aus in horizontaler Richtung. Selbe Kraftsituation herrscht an der unteren Rotationswelle 18 (linksdrehend), hier wirkt die Gesamtflyhkraft Fges2 als Summe von F2 und F4 mit gleichem Betrag in selbige Richtung, die Kräfte addieren sich und ergeben mit $2 \cdot F_{ges2}$ die minimal mögliche Schlagkraft in horizontaler Richtung auf das Gleis 3.

[0046] Analog zu den Darstellungen E und F verhalten sich die resultierenden Kräfte in den Darstellungen G

(Winkelstellung 180°) und H (Winkelstellung 270°), hier kommt es ebenso zu einer Aufhebung (G) und einer Verdoppelung (H) der Gesamtflyhkraft Fges2.

[0047] Fig. 6 zeigt anhand eines Diagramms, wie durch geringe Drehzahlregelung die Schlagkraft variabel einstellbar ist. Werden auf einer Maschine 1 zwei unabhängig voneinander angetriebene Stabilisationsaggregate 7 eingesetzt, so sind bis zu acht betragsmäßig unterschiedliche Schlagkräfte ansteuerbar, dies ergibt sich aus $3^2 - 1 = 8$.

[0048] Der Bereich zwischen den Schlagkraftstufen kann nun durch Veränderung der Drehzahl des jeweiligen, zugehörigen Antriebes 13 innerhalb eines sehr schmalen Frequenzbandes ausgeglichen werden. Bei einem vollständigen Durchfahren aller Zwischenbereiche (Linienzug in dicker Strichstärke) der Schlagkraftstufen S1-S7 entsteht ein sogenannter Frequenz-Regeltrichter (Linienzüge punktiert). Auf der Ordinate wird die Schlagkraft F in % über der Abszisse mit der Frequenz f in Hz dargestellt.

Patentansprüche

1. Maschine (1) zum Stabilisieren eines Gleises (3), mit einem auf Schienenfahrwerken (4) abgestützten Maschinenrahmen (6) und wenigstens einem höhenverstellbaren, durch Aggregatrollen (10) auf Schienen (5) des Gleises (3) abrollbaren Stabilisationsaggregat (7), das einen Schwingungserreger (17) mit rotierenden Unwuchtmassen (19, 20) zur Erzeugung einer dynamisch in einer Gleisebene normal zu einer Gleislängsrichtung (8) wirkenden Schlagkraft sowie einen Höhenantrieb (9) zur Erzeugung einer auf das Gleis (3) wirksamen Auflast umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Hauptunwuchtmasse (19) und eine Nebenunwuchtmasse (20) bei gleicher Rotationsgeschwindigkeit in Abhängigkeit der Drehrichtung unterschiedliche Fliehkräfte bewirken, wobei die beiden Unwuchtmassen (19, 20) in der Weise gekoppelt sind, dass bei Rotation in einer Drehrichtung die Unwuchtmassen zueinander eine erste Phasenverschiebung aufweisen, dass bei Rotation in die entgegengesetzte Drehrichtung die Unwuchtmassen zueinander eine von der ersten Phasenverschiebung abweichende zweite Phasenverschiebung aufweisen, und dass die drehrichtungsabhängige Hauptunwuchtmasse (19) und die drehrichtungsabhängige Nebenunwuchtmasse (20) kraft- oder formschlüssig durch konstruktive Elemente, sogenannte Mitnehmer (24) mechanisch gekoppelt sind, somit ein Unwuchtmassepaar bilden und sich daraus je nach Drehrichtung eine von den zwei vorgegebenen Phasenverschiebungen einstellt.
2. Maschine (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie wenigstens zwei gegenläufige

Rotationswellen (18) aufweist, die über Zahnräder (23) gekoppelt sind.

3. Maschine (1) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die jeweilige Unwuchtmasse (19, 20) mit einer in Gleislängsrichtung (8) ausgerichteten Rotationsachse (21) am Stabilisationsaggregat (7) angeordnet ist. 5
4. Maschine (1) nach einem der Ansprüche 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** einer Rotationswelle (18) wenigstens zwei Unwuchtmassepaare zugeordnet sind, wobei die Unwuchtmassepaare je eine Hauptunwuchtmasse (19) sowie eine Nebenunwuchtmasse (20) um dieselbe Rotationsachse (21) umfassen. 10
5. Maschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Einsatz von wenigstens zwei Stabilisationsaggregaten jedem Stabilisationsaggregat (7) ein eigener Antrieb (13) zugeordnet ist. 20
6. Maschine (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die jeweiligen Antriebe (13) mittels einer gemeinsamen Steuerungseinrichtung (26) angesteuert werden. 25
7. Maschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Einsatz von wenigstens zwei Stabilisationsaggregaten (7) der Gesamtanordnung der einzelnen Stabilisationsaggregate (7) ein gemeinsamer Antrieb (13) zugeordnet ist. 30
8. Maschine (1) nach einem der Ansprüche 5 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der jeweilige Antrieb (13) als hydraulischer Aktuator ausgebildet ist. 35
9. Maschine (1) nach einem der Ansprüche 5 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der jeweilige Antrieb (13) als elektrischer Aktuator ausgebildet ist. 40
10. Verfahren zum Betreiben einer Maschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das jeweilige Stabilisationsaggregat (7) über einen Höhenantrieb (9) auf das Gleis (3) abgesetzt, mit einer Auflast beaufschlagt wird und die zugehörige Rotationswelle (18) durch den zugeordneten Antrieb (13) mit umschaltbarer Drehrichtung angetrieben wird. 45
11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Hochfahren der Antriebsleistung eines Antriebes (13) des Stabilisierungsaggregates (7) über einen sogenannten Soft-Anlauf geregelt wird, wobei ein vordefinierter, steigender Rampenverlauf in einer übergeordneten Steuerung hinterlegt 50

ist, der ein gezieltes Hochfahren innerhalb einer definierten Zeitspanne ermöglicht.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine variable Verstellung der Schlagkraft im Bereich zwischen möglichen Schlagkraftstufen durch Änderung der Drehzahl des jeweiligen, zugehörigen Antriebes (13) erfolgt.

Claims

1. A machine (1) for stabilising a track (3), with a machine frame (6) supported on rail-based running gears (4) and at least one height-adjustable stabilising unit (7) which can be rolled on rails (5) of the track (3) by means of work unit rollers (10), comprising a vibration exciter (17) with rotating unbalanced masses (19, 20) for generating an impact force acting dynamically in a track plane normal to a longitudinal direction of the track (8), and a linear drive (9) for generating a load acting on the track (3), **characterised in that** a main unbalanced mass (19) and a secondary unbalanced mass (20) produce different centrifugal forces at the same rotational speed depending on the direction of rotation, the two unbalanced masses (19, 20) being coupled in such a way that, during rotation in one direction of rotation, the unbalanced masses have a first phase shift with respect to one another, that, when rotating in the opposite direction of rotation, the unbalanced masses have a second phase shift to each other which differs from the first phase shift and that two unbalanced masses (19, 20), each dependent on the direction of rotation, are mechanically coupled by means of positive engagement or constructive elements, so-called catches (24), thus forming a pair of unbalanced masses and one of two predetermined phase shifts results therefrom depending on the direction of rotation.
2. A machine (1) according to claim 1, **characterised in that** the machine (1) has at least two counter-rotating rotation shafts (18) which are coupled via gearwheels (23).
3. A machine (1) according to one of the claims 1 or 2, **characterised in that** the respective unbalanced mass (19, 20) is arranged on the stabilising unit (7) with an axis of rotation (21) aligned in the longitudinal direction of the track (8).
4. A machine (1) according to one of the claims 2 or 3, **characterised in that** at least two pairs of unbalanced masses are assigned to a rotation shaft (18), the pairs of unbalanced masses each comprising a main unbalanced mass (19) and a secondary unbalanced mass (20).

anced mass (20) on the same axis of rotation (21).

5. A machine (1) according to one of the claims 1 to 4, **characterised in that** when at least two stabilising units are used, each stabilising unit (7) is assigned its separate drive (13). 5
6. A machine (1) according to claim 5, **characterised in that** the respective drives (13) are actuated by means of a shared control device (26). 10
7. A machine (1) according to one of the claims 1 to 4, **characterised in that** when at least two stabilising units (7) are used, a shared drive (13) is assigned to the overall arrangement of the individual stabilising units (7). 15
8. A machine (1) according to one of the claims 5 or 7, **characterised in that** the respective drive (13) is designed as a hydraulic actuator. 20
9. A machine (1) according to one of the claims 5 or 7, **characterised in that** the respective drive (13) is designed as an electric actuator. 25
10. A method for operating a machine (1) according to one of the claims 1 to 9, **characterised in that** the respective stabilising unit (7) is set down on the track (3) via a linear drive (9), that a load is applied to it, and that the associated rotation shaft (18) is driven by the assigned drive (13) with a reversible direction of rotation. 30
11. A method according to claim 10, **characterised in that** an increase in the driving power of a drive (13) of the stabilising unit (7) is controlled via a so-called soft start, wherein a predefined, increasing ramp is stored in a higher-level control system, which enables a targeted increase within a defined period of time. 35 40
12. A method according to one of the claims 10 or 11, **characterised in that** a variable adjustment of the impact force in the range between possible impact force levels takes place by changing the engine speed of the respective associated drive (13). 45

Revendications

1. Machine (1) de stabilisation d'une voie ferrée (3), avec un châssis de machine (6) appuyé sur des mécanismes de roulement ferroviaires (4) et au moins un module de stabilisation réglable en hauteur (7) pouvant se dérouler par des rouleaux de module (10) sur des rails (5) de la voie ferrée (3) qui comprend un excitateur d'oscillations (17) avec des masses de balourd rotatives (19, 20) pour la génération d'une 50 55

force de frappe agissant dynamiquement dans un plan de voie perpendiculaire à une direction longitudinale de voie (8) ainsi qu'un entraînement en hauteur (9) pour la génération d'une charge efficace sur la voie ferrée (3), **caractérisée en ce qu'**une masse de balourd principale (19) et une masse de balourd secondaire (20) entraînent des forces centrifuges différentes en fonction du sens de rotation en cas de vitesse de rotation identique, dans laquelle les deux masses de balourd (19, 20) sont accouplées de telle sorte qu'en cas de rotation dans un sens de rotation, les masses de balourd présentent un premier déphasage l'une par rapport à l'autre, qu'en cas de rotation dans le sens de rotation opposé, les masses de balourd présentent un second déphasage déviant du premier déphasage l'une par rapport à l'autre, et que la masse de balourd principale (19) dépendante du sens de rotation et la masse de balourd secondaire (20) dépendante du sens de rotation sont accouplées mécaniquement par adhérence ou conjugaison de formes par des éléments constructifs, ce qu'on appelle des entraîneurs (24), forment ainsi une paire de masses de balourd et un des deux déphasages prédéfinis s'ajuste à partir de celle-ci en fonction du sens de rotation.

2. Machine (1) selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'**elle présente au moins deux arbres de rotation opposés (18) qui sont accouplés par le biais de roues dentées (23).
3. Machine (1) selon une des revendications 1 ou 2, **caractérisée en ce que** la masse de balourd respective (19, 20) est disposée sur le module de stabilisation (7) avec un axe de rotation (21) orienté dans la direction longitudinale de voie (8).
4. Machine (1) selon une des revendications 2 ou 3, **caractérisée en ce qu'**au moins deux paires de masses de balourd sont associées à un arbre de rotation (18), dans laquelle les paires de masses de balourd comprennent chacune une masse de balourd principale (19) ainsi qu'une masse de balourd secondaire (20) autour du même axe de rotation (21).
5. Machine (1) selon une des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce qu'**un propre entraînement (13) est associé à chaque module de stabilisation (7) en cas d'utilisation d'au moins deux modules de stabilisation. 50
6. Machine (1) selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** les entraînements respectifs (13) sont commandés au moyen d'un dispositif de commande commun (26).
7. Machine (1) selon une des revendications 1 à 4, **ca-**

caractérisée en ce qu'un entraînement commun (13)
est associé à l'agencement complet des modules de
stabilisation individuels (7) en cas d'utilisation d'au
moins deux modules de stabilisation (7).

5

8. Machine (1) selon une des revendications 5 ou 7,
caractérisée en ce que l'entraînement respectif
(13) est réalisé en tant qu'actionneur hydraulique.

9. Machine (1) selon une des revendications 5 ou 7,
caractérisée en ce que l'entraînement respectif
(13) est réalisé en tant qu'actionneur électrique.

10

10. Procédé d'exploitation d'une machine (1) selon une
des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** le
module de stabilisation respectif (7) est abaissé sur
la voie ferrée (3) par le biais d'un entraînement en
hauteur (9), sollicité avec une charge et l'arbre de
rotation associé (18) est entraîné par l'entraînement
associé (13) avec un sens de rotation réglable.

15

20

11. Procédé selon la revendication 10, **caractérisé en
ce qu'un démarrage de la puissance absorbée d'un
entraînement (13) du module de stabilisation (7) est
régulé par le biais de ce qu'on appelle un démarrage
doux, dans lequel un tracé de rampe croissant pré-
défini est déposé dans une commande supérieure,
lequel permet un démarrage ciblé au sein d'un inter-
valle de temps défini.**

25

30

12. Procédé selon une des revendications 10 ou 11, **ca-
ractérisé en ce qu'un réglage variable de la force
de frappe s'effectue dans la région entre des degrés
de force de frappe possibles par modification de la
vitesse de rotation de l'entraînement associé res-
pectif (13).**

35

40

45

50

55

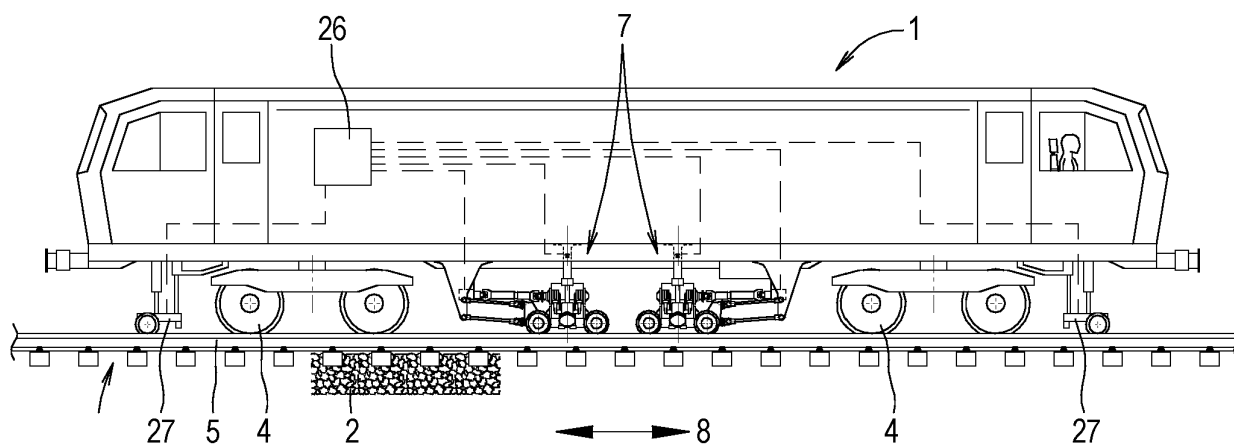


Fig. 1

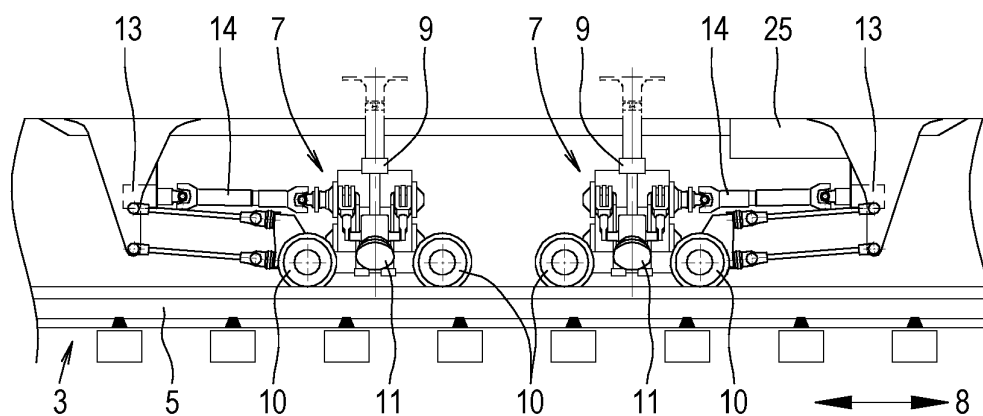


Fig. 2

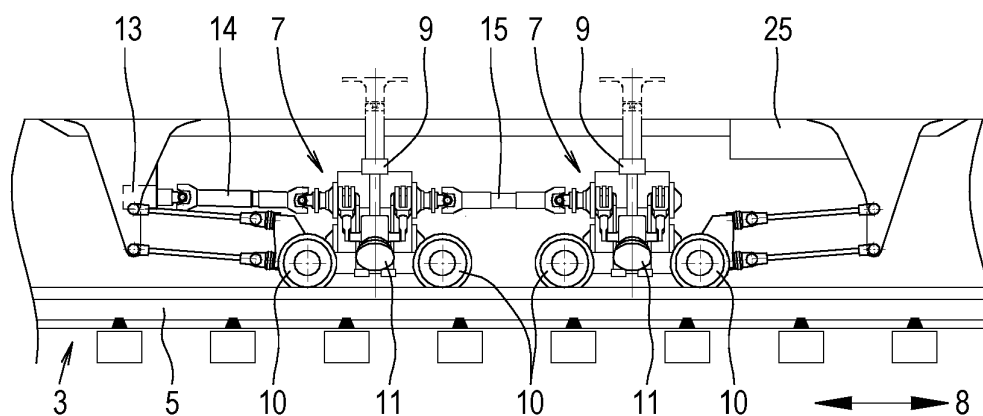


Fig. 3

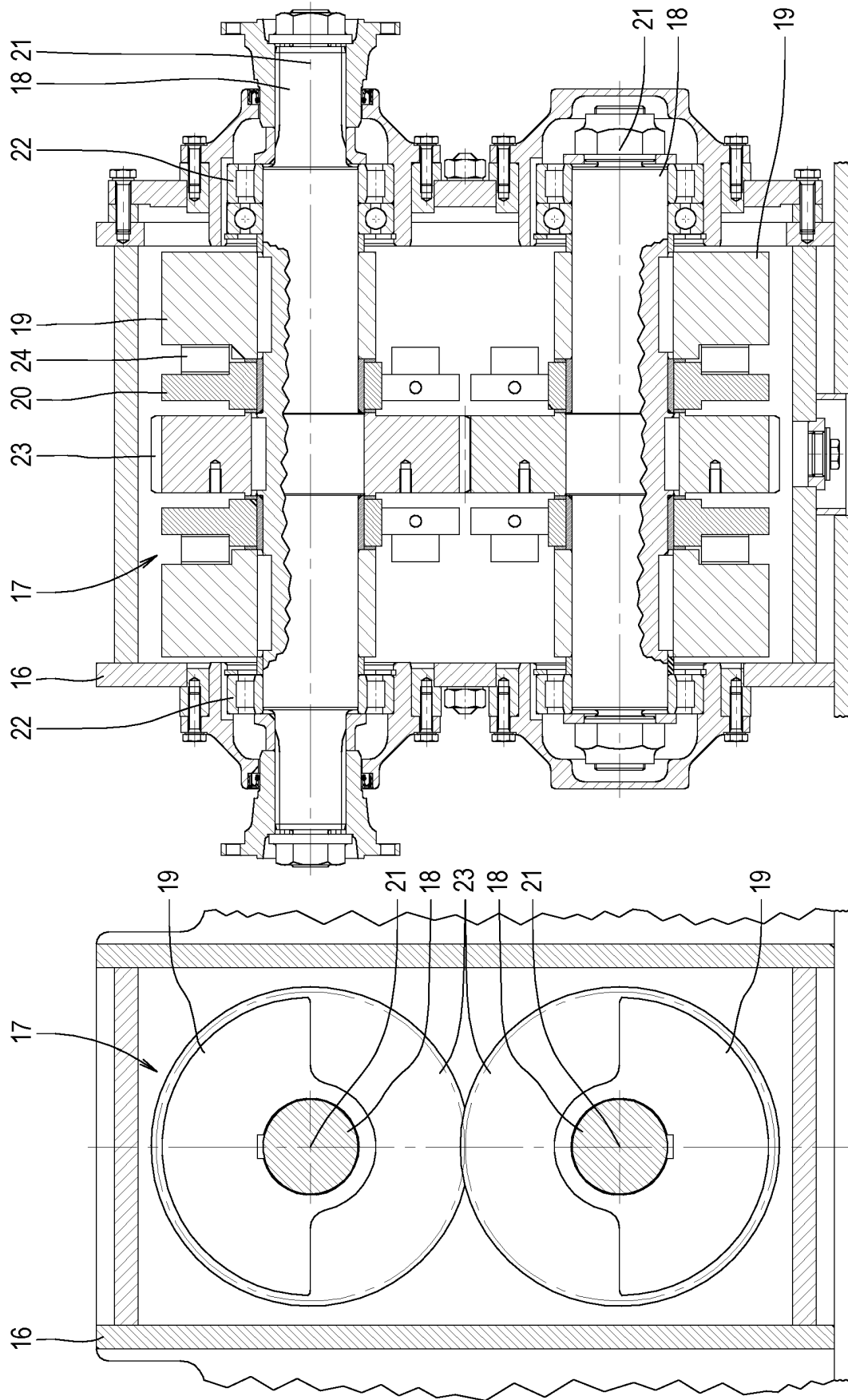


Fig. 4

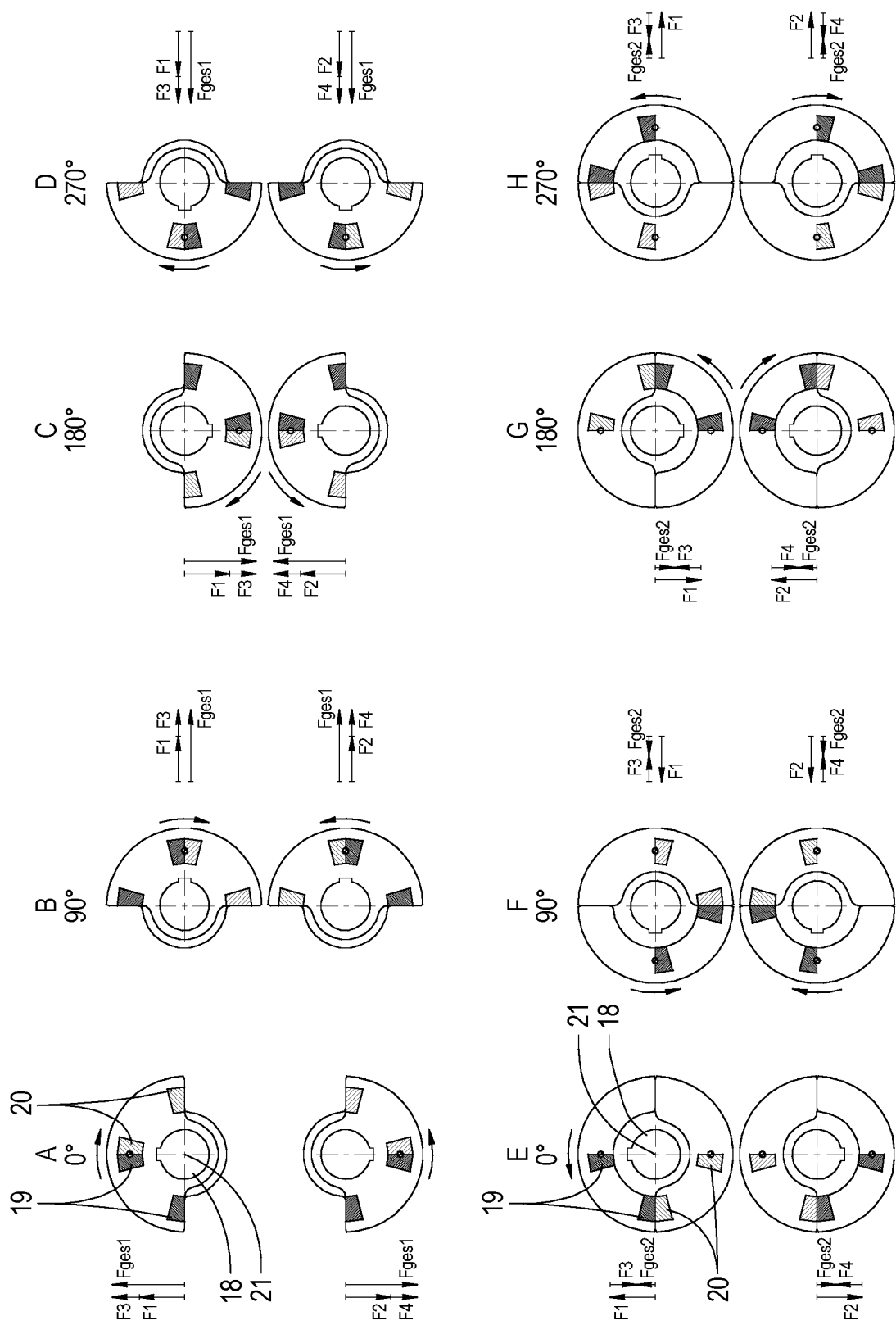


Fig. 5

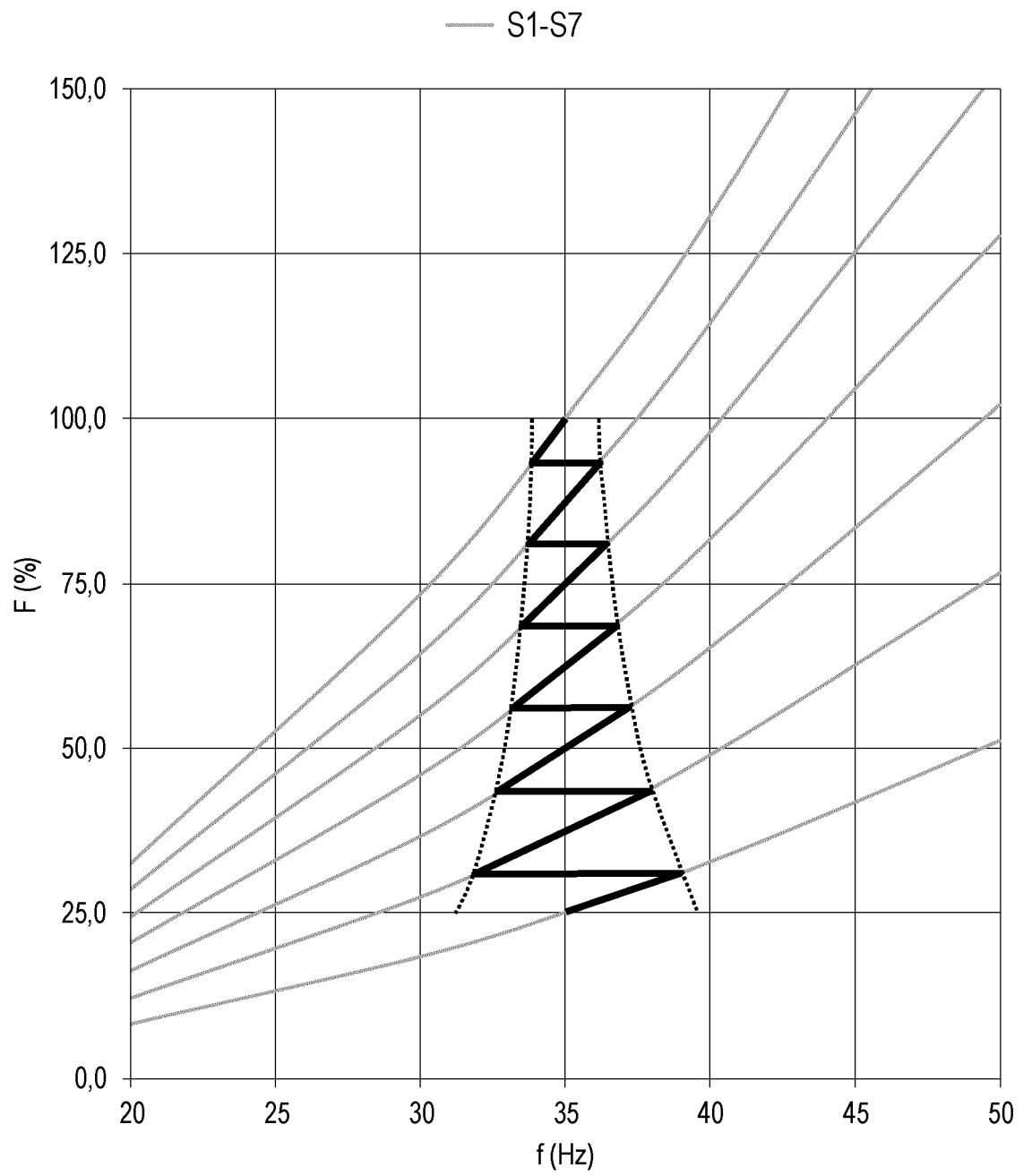


Fig. 6

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

- WO 2008009314 A1 [0005]
- WO 2019158288 A1 [0005]