



(11) **EP 4 269 705 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
01.01.2025 Patentblatt 2025/01

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
E02F 3/43^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23169142.9**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
E02F 3/436; E02F 3/437

(22) Anmeldetag: **21.04.2023**

(54) **VERFAHREN ZUR VERBESSERUNG DER PLANIERWINKELREGELUNG EINER ARBEITSMASCHINE**

A METHOD FOR IMPROVING THE LEVELLING ANGLE CONTROL OF A WORKING MACHINE

PROCÉDÉ D'AMÉLIORATION DE LA RÉGULATION DE L'ANGLE DE NIVELLEMENT D'UNE MACHINE DE TRAVAIL

(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 ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **25.04.2022 DE 102022203960**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
01.11.2023 Patentblatt 2023/44

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **GRIESER, Armin**
89073 Ulm (DE)
• **EHLERS, Benjamin**
89284 Pfaffenhofen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
JP-A- H10 183 669 JP-A- H10 259 619
JP-B1- 7 009 600 US-A1- 2020 087 893
US-A1- 2020 362 530

EP 4 269 705 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

TECHNISCHER BEREICH

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern einer Arbeitsmaschine, das ermöglicht, eine Neigung eines Halteelements konstant zu behalten, während mindestens ein Auslegerelement bewegt wird.

STAND DER TECHNIK

[0002] Mobile Arbeitsmaschinen mit Assistenzfunktion "Bucket Retain" sind weltweit benutzt. Eine solche Funktion ist in der Patentanmeldung DE 11 2017 000 130 T5 offenbart. Die Assistenzfunktion "Bucket Retain" hat den Zweck einen eingestellten Planierwinkel einer Arbeitsmaschine zu regeln. Der Planierwinkel beschreibt den Winkel des Löffels in Bezug auf das äußere, übergeordnete Koordinatensystem und ist abhängig von Ausleger-, Stiel- und Löffelwinkel, in ihren jeweiligen Koordinatensystemen. Die Funktion "Bücket Retain" verstellt den Löffelwinkel geregelt um einen gewünschten Planierwinkel einzuhalten. Ausleger und Stiel sind weiterhin durch den Fahrzeugführer verstellbar. Weitere Arbeitsmaschinen mit Assistenzfunktion sind beispielsweise aus der JP 7 009600 B1 und der JP H10 259619 A bekannt.

[0003] Eine solche Funktion kann Anwendungen bei verschiedenen Arten von Maschinen finden. In der Tat können Bagger (Standard, Mini, Midi, Mining, Mobil), Radlader, Telehandler, Forstmaschinen mit entsprechender Funktionalität auf dem Markt gefunden werden. In der vorliegenden Erfindung wird deswegen mit dem Wortlaut "Arbeitsmaschine" eine beliebige von dieser oder anderen aus dem Stand der Technik bekannten Maschine gemeint.

[0004] Die Regelgenauigkeit und Regelgeschwindigkeit dieser Funktion ist aufgrund des unterschiedlichen Gewichtes des angebrachten Halteelements (zum Beispiel Zuladung in einem Löffel) und der damit verbundenen Dynamik allerdings nicht besonders hoch. Aus diesem Grund ist Zweck der Erfindung, die vorhandene Funktion zu verbessern.

KURZFASSUNG

[0005] Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Steuern einer Arbeitsmaschine bereitgestellt, die einen Hauptkörper und eine Bewegungsvorrichtung umfasst, die an dem Hauptkörper der Arbeitsmaschine angeschlossen ist und die konfiguriert ist Lasten aufzunehmen und bezüglich des Hauptkörpers zu bewegen, wobei die Bewegungsvorrichtung einen Ausleger mit einem oder mehreren Auslegerelementen und ein an einem Endabschnitt des Auslegers angeordnetes Halteelement zur Aufnahme von Last aufweist, wobei die Auslegerelemente und das Halteelement durch einen oder mehrere unabhängig voneinander wirkende Aktuatoren bewegbar sind, wobei

Sensoren vorgesehen sind, die eingerichtet sind, Zustandsdaten der Bewegungsvorrichtung zu erfassen, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

a. Erfassen einer Bewegung mindestens eines Auslegerelements;

b. Erfassen eines Befehls, eine Soll-Neigung des Halteelements während der Bewegung des mindestens einen Auslegerelements konstant zu behalten, wobei die Soll-Neigung einen Soll-Winkel des Halteelements in einem Koordinatensystem, das unabhängig von dem mindestens einen Auslegerelement ist, beschreibt;

c. Berechnen eines Gewichts einer von dem Halteelement aufgenommenen Last;

d. Berechnen einer Soll-Bewegung eines der Aktuatoren, der für die Bewegung des Halteelements zuständig ist, sodass die Soll-Neigung des Halteelements während der Bewegung des mindestens einen Auslegerelements konstant bleibt, wobei die Berechnung unter Berücksichtigung des im Schritt c. berechneten Gewichts und der erfassten Bewegung des mindestens einen Auslegerelements erfolgt;

e. Regeln des Aktuators, der für die Bewegung des Halteelements zuständig ist, auf Basis der im Schritt d. berechneten Soll-Bewegung.

[0006] Die vorliegende Erfindung ist besonders vorteilhaft, da durch diese Funktion die Genauigkeit der "Bücket Retain" Funktion besonders erhöht wird. Insbesondere haben das Testen der Funktion und Messungen am Bagger gezeigt, dass eine Verbesserung der Regelung bei Berücksichtigung der Last enorm ist. In derzeitiger Umsetzung wird ein linearer Regler für alle Arbeitspunkte, ohne Berücksichtigung der Last verwendet. Der Erfinder hat allerdings beobachtet, dass die Dynamik des Systems stark abhängig von Orientierung und Ladung des Löffels ist. Insbesondere hat der Erfinder beobachtet, dass optimale Regelparameter bei vollem Löffel stark von denen bei leerem Löffel abweichen. Wenn die aktuelle Ladung nicht berücksichtigt wird, kann lediglich ein Set an Regelparameter (als Kompromiss der verschiedenen Arbeitspunkte) verwendet werden. Eine solche Lösung verursacht allerdings enorme Ungenauigkeit, wie Schwingen und langzeitige Regelabweichungen, wenn verglichen mit der Genauigkeit, die ein Verfahren nach der vorliegenden Erfindung ermöglicht.

KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0007] Die vorliegende Erfindung wird unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren beschrieben, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche Teile und / oder auf ähnliche Teile und / oder auf entsprechende Teile

des Systems beziehen. Zu den Figuren:

Figur 1 zeigt schematisch eine Arbeitsmaschine mit beweglichen Elementen;

Figur 2 zeigt schematisch ein Verfahren nach einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0008] Im Folgenden wird die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf bestimmte Ausführungsformen beschrieben, wie sie in den beigefügten Figuren gezeigt sind. Nichtsdestotrotz ist die vorliegende Erfindung nicht auf die besonderen Ausführungsformen beschränkt, die in der folgenden detaillierten Beschreibung beschrieben und in den Figuren gezeigt sind, sondern die beschriebenen Ausführungsformen veranschaulichen lediglich einige Aspekte der vorliegenden Erfindung, deren Schutzbereich durch die Ansprüche definiert ist.

[0009] Weitere Änderungen und Variationen der vorliegenden Erfindung sind für den Fachmann klar. Die vorliegende Beschreibung umfasst somit alle Änderungen und / oder Variationen der vorliegenden Erfindung, deren Schutzbereich durch die Ansprüche definiert ist.

[0010] Figur 1 zeigt einen Bagger 1 als Beispiel für eine Arbeitsmaschine. Der Bagger 1 weist einen Hauptkörper 2 und eine Bewegungsvorrichtung 3 auf, die an dem Hauptkörper 2 der Arbeitsmaschine 1 angeschlossen. Die Bewegungsvorrichtung ist konfiguriert Lasten aufzunehmen und bezüglich des Hauptkörpers 2 zu bewegen. Die Bewegungsvorrichtung 1 weist einen Ausleger auf, der wiederum mehrere Auslegerelemente aufweist, um ein Halteelement 6 zu bewegen. Die Auslegerelemente sind hier beispielhaft ein Hubarm 4 (oder einfach als "Ausleger" bekannt) und einen Arm 5 (oder auch als "Stiel" bekannt), die miteinander bzw. mit dem Hauptkörper 2 des Baggers 1 drehbar bzw. schwenkbar verbunden sind. Darüber hinaus umfasst der in Figur 1 dargestellte Bagger einen Löffel 6, der an einem Endabschnitt des Arms 5 angeordnet ist. Die Auslegerelemente 4, 5 und der Löffel sind mittels Aktuatoren 7, 8, 9 bewegbar, d.h. die Dreh- bzw. Schwenkbewegung um die Achsen wird durch eine Bewegung der Aktuatoren bewirkt.

[0011] Es ist ein erster Aktuator 7 für den Hubarm 4 vorgesehen, der die Bewegung bzw. Drehung des Hubarms 4 relativ zum Hauptkörper 2 bewirkt. Ebenso ist ein zweiter Aktuator 8 für den Arm 5 vorgesehen, der die Bewegung bzw. Drehung des Arms 4 relativ zum Hubarm 4 bewirkt. Ebenso ist ein dritter Aktuator 9 für den Löffel vorgesehen, der den Löffel (oder auch "Schaufel" genannt) bewegt bzw. dreht (kippt).

[0012] Die Aktuatoren 7, 8, 9 können durch eine Steuerung angesteuert werden, wobei im Falle von Hydraulikzylindern Wegeventile vorgesehen sind, die den Fluss von Hydraulikflüssigkeit zu den Hydraulikzylindern steuern.

[0013] Es sind Sensoren vorgesehen (in Figur 1 nicht

dargestellt), die Kräfterdaten und Positionsdaten erfassen. Kräfterdaten sind Daten bzw. Messdaten, die die von den Aktuatoren aufgebrachte Kräfte charakterisieren bzw. anzeigen. Dazu können insbesondere Drucksensoren verwendet werden, z.B. an den Hydraulikzylindern der Druck auf beiden Seiten des Kolbens gemessen werden, wobei dann die vom Hydraulikzylinder aufgebrachte Kraft durch die Druckdifferenz charakterisiert ist. Positionsdaten sind Daten bzw. Messdaten, die die Position (z.B. Winkel) der Auslegerelemente, insbesondere deren relative Position bzw. deren Position relativ zum Auslegerträger (insbesondere jeweils auch relative Winkel), charakterisieren bzw. anzeigen. Hierzu können insbesondere Winkelsensoren vorgesehen sein, oder Sensoren, die die Auslenkung der Hydraulikzylinder bestimmen.

[0014] Es wird insbesondere auf Kräfterdaten und Positionsdaten und entsprechende Sensoren eingegangen. Dies sind bevorzugte Beispiele für Zustandsdaten bzw. Sensoren, im Allgemeinen können zusätzlich bzw. alternativ auch Zustandsdaten von anderen Sensoren erfasst werden, um beispielsweise Druckdaten, Momentdaten, Drehmomentdaten, Geschwindigkeitsdaten, Beschleunigungsdaten und/oder Spannungsdaten zu erfassen (die, wie angemerkt, im Prinzip auch als Kräfte- und/oder Positionsdaten aufgefasst werden können).

[0015] Da die geometrischen Verhältnisse der Auslegerelemente und deren Gewichte bzw. Massen bekannt sind, kann aus den Kräfte- und Positionsdaten das Gewicht bzw. die Masse einer aufgenommenen Last berechnet bzw. geschätzt werden. Dazu wird eine sogenannte Wiegefunktion verwendet, deren Implementierung dem Fachmann an sich bekannt ist. Der Zeitpunkt oder Zeitraum, an bzw. in dem die Kräfte- und Positionsdaten erfasst werden, basierend auf denen die aufgenommene Last berechnet wird, wird als Wiegezeitpunkt bzw. Wiegezeitraum bezeichnet.

[0016] Ein Beispiel einer Wiegefunktion ist in der Patendanmeldung DE 102021205407.2 offenbart, die an dem Anmeldetag dieser Patentanmeldung noch nicht veröffentlicht wurde.

[0017] Wie in Figur 1 dargestellt ist, entspricht der Winkel θ_a der Neigung des Hubarms 4 bezüglich einer horizontalen Ebene, der Winkel θ_b der Neigung des Arms 5 bezüglich der Achse des Hubarms 4, der Winkel θ_c der Neigung des Löffels 6 bezüglich der Achse des Armes 5. Der Winkel φ entspricht der Neigung des Löffels 6 bezüglich einer horizontalen Ebene. Der Winkel φ wird in einem Koordinatensystem dargestellt, das unabhängig von den anderen Auslegerelementen 4, 5 ist.

[0018] Das Ziel der vorliegenden Erfindung ist daher, den Winkel φ automatisch konstant zu behalten, während die anderen Winkeln θ_a und θ_b geändert werden. Der Planierwinkel φ wird deswegen (wenn die Funktion "Bucket Retain" aktiv ist) automatisch durch den dritten Aktuator 9 konstant gehalten.

[0019] Figur 2 zeigt schematisch ein Verfahren für die "Bucket Retain" Funktion nach einer Ausführungsform

der vorliegenden Erfindung.

[0020] In einem ersten Schritt werden die Informationen über einen Soll Planierwinkel φ mittels einer Eingabevorrichtung (z.B. ein Joystick oder ein Knopf) erhalten. Diese Information 108 kann entweder ein Wert von dem Soll Planierwinkel φ oder der Befehl, den aktuellen ist Planierwinkel φ konstant zu behalten, sein. Darüber hinaus werden Sensordaten 109 erfasst, um die Position des Auslegers 4, 5 und des Löffels 6 zu erfassen. In dem ersten Schritt wird auch das während dem Wiegezeitpunkt berechnete Gewicht 110 erfasst. Ein Bus System 107 erfasst alle die Informationen 108, 109 und 110 und überträgt diese an eine Steuereinheit 103, die für die Regelung des dritten Aktuators 9 zuständig ist. Die Steuereinheit 103 kann mittels einer Pumpe 104 und eine Hauptsteuerventil 105 die Position 106 des dritten Aktuators steuern.

[0021] Die Regelung erfolgt in dem Loop 100, 101, 102, 103. In einem ersten Schritt wird die Soll-Neigung φ des Halteelements 6 während der Bewegung des mindestens einen Auslegerelements 4, 5 erfasst 100 und mit der Ist-Neigung φ des Halteelements 6 verglichen und der Unterschied 101 wird an die Steuereinheit 103 mitgeteilt.

[0022] Die Steuereinheit 103 wird dann die Information 101 und die von dem Bus System 107 erfassten Informationen benutzen, um ein Steuerungssignal für den Hauptsteuerventil 105 zu erzeugen.

[0023] Das Signal wird deswegen unter Berücksichtigung des Gewichts der von dem Halteelement 6 aufgenommenen Last berechnet. Die Information über das Gewicht kann zum Beispiel als Regelparameter in einem Gain-Scheduling oder in einem Modellbasierte Regelung verwendet werden.

[0024] Regelparameter können zusätzlich von der Positionierung (z.B. von dem Winkel) von dem Ausleger 4, 5 abhängig gewählt werden. D.h. unterschiedliche Regelparameter bei Führen des Löffels nahe an dem Hauptkörper 2 als bei Bewegung weiter von dem Hauptkörper 2 entfernt.

[0025] Die geschätzte Ladungsmasse kann ebenfalls in anderen Funktionen genutzt werden, in denen die variable Dynamik eine Rolle spielen. Z.B. in der Assistenzfunktion Arbeitsraumbegrenzung.

[0026] Der Kern der vorliegenden Erfindung besteht deswegen darin, dass eine weitere Assistenzfunktion, zum Schätzen der aktuellen Ladungsmasse, verwendet wird, um diese Information in der Regelung des Planierwinkels zu berücksichtigen. Dies kann in Form von arbeitspunktabhängigen Regelverfahren, wie z.B. Gain-Scheduling, oder einem allgemeinen, modellbasierten Ansatz geschehen. Durch Kombination der beiden Funktionen wird ein besseres und arbeitspunktunabhängiges Regelverhalten erwartet.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern einer Arbeitsmaschine (1), die einen Hauptkörper (2) und eine Bewegungsvorrichtung (3) umfasst, die an dem Hauptkörper (2) der Arbeitsmaschine (1) angeschlossen ist und die konfiguriert ist Lasten aufzunehmen und bezüglich des Hauptkörpers (2) zu bewegen, wobei die Bewegungsvorrichtung einen Ausleger mit einem oder mehreren Auslegerelementen (4, 5) und ein an einem Endabschnitt des Auslegers angeordnetes Halteelement (6) zur Aufnahme von Last aufweist, wobei die Auslegerelemente (4, 5) und das Halteelement (6) durch einen oder mehrere unabhängig voneinander wirkende Aktuatoren (7, 8, 9) bewegbar sind, wobei Sensoren vorgesehen sind, die eingerichtet sind, Zustandsdaten der Bewegungsvorrichtung (3) zu erfassen, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

- a. Erfassen einer Bewegung mindestens eines Auslegerelements (4, 5);
- b. Erfassen eines Befehls, eine Soll-Neigung (φ) des Halteelements (6) während der Bewegung des mindestens einen Auslegerelements (4, 5) konstant zu behalten, wobei die Soll-Neigung (φ) einen Soll-Winkel des Halteelements (6) in einem Koordinatensystem, das unabhängig von dem mindestens einen Auslegerelement (4, 5) ist, beschreibt;
- c. Berechnen eines Gewichts einer von dem Halteelement (6) aufgenommenen Last;
- d. Berechnen einer Soll-Bewegung eines der Aktuatoren (9), der für die Bewegung des Halteelements (6) zuständig ist, sodass die Soll-Neigung (φ) des Halteelements (6) während der Bewegung des mindestens einen Auslegerelements (4, 5) konstant bleibt, wobei die Berechnung unter Berücksichtigung des im Schritt c. berechneten Gewichts und der erfassten Bewegung des mindestens einen Auslegerelements (4, 5) erfolgt;
- e. Regeln des Aktuators (9), der für die Bewegung des Halteelements zuständig ist, auf Basis der im Schritt d. berechneten Soll-Bewegung.

2. Verfahren nach Anspruch 1 wobei das Halteelement (6) ein Löffel ist, und wobei die Soll-Neigung (φ) ein Soll-Planierwinkel des Löffels (6) ist.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei der Ausleger ausschließlich ein erstes (4) und ein zweites (5) Auslegerelement umfasst.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei in dem Schritt d. die Berechnung weiterhin unter Berücksichtigung der Position des Halteelements (6) bezüglich des Hauptkörpers (2) erfolgt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei in dem Schritt d. mindestens einen Regelparameter für die Berücksichtigung des im Schritt c. berechneten Gewichts benutzt wird, wobei der Regelparameter abhängig von der Position des Halteelements (6) ist. 5
6. Recheneinheit, die dazu eingerichtet ist, ein Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche durchzuführen. 10
7. Arbeitsmaschine (1), die einen Hauptkörper (2) und eine Bewegungsvorrichtung (3) umfasst, die an dem Hauptkörper (2) der Arbeitsmaschine (1) angeschlossen ist und die konfiguriert ist Lasten aufzunehmen und bezüglich des Hauptkörpers (2) zu bewegen, wobei die Bewegungsvorrichtung einen Ausleger mit einem oder mehreren Auslegerelementen (4, 5) und ein an einem Endabschnitt des Auslegers angeordnetes Halteelement (6) zur Aufnahme von Last aufweist, wobei die Auslegerelemente (4, 5) und das Halteelement (6) durch einen oder mehrere unabhängig voneinander wirkende Aktuatoren (7, 8, 9) bewegbar sind, wobei Sensoren vorgesehen sind, die eingerichtet sind, Zustandsdaten der Bewegungsvorrichtung zu erfassen, wobei eine Steuerung vorgesehen ist, die eine Wiegefunktion implementiert, die dazu eingerichtet ist, erfasste Zustandsdaten auszuwerten, um ein Gewicht einer von der Bewegungsvorrichtung (3) aufgenommenen Last zu bestimmen; aufweisend eine Recheneinheit nach Anspruch 6. 15 20 25 30
8. Computerprogramm, das eine Recheneinheit veranlasst, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 durchzuführen, wenn es auf der Recheneinheit ausgeführt wird. 35
9. Maschinenlesbares Speichermedium mit einem darauf gespeicherten Computerprogramm nach Anspruch 8. 40

Claims

1. Method for controlling a mobile machine (1) comprising a main body (2) and a movement device (3) which is connected to the main body (2) of the mobile machine (1) and which is configured to accept loads and to move with respect to the main body (2), wherein the movement device comprises a boom having one or more boom elements (4, 5) and a holding element (6) arranged on an end portion of the boom for receiving load, wherein the boom elements (4, 5) and the holding element (6) are movable by one or more independently acting actuators (7, 8, 9), wherein sensors are provided which are configured to detect state data of the movement device (3), wherein 45 50 55

the method involves the following steps:

- a. detecting a movement of at least one boom element (4, 5);
 - b. detecting a command to keep a setpoint inclination (φ) of the holding element (6) constant during the movement of at least one boom element (4, 5), wherein the setpoint inclination (φ) describes a setpoint angle of the holding element (6) in a coordinate system which is independent of the at least one boom element (4, 5);
 - c. calculating a weight of a load received by the holding element (6);
 - d. calculating a setpoint movement of one of the actuators (9) responsible for the movement of the holding element (6), with the result that the setpoint inclination (φ) of the holding element (6) remains constant during the movement of the at least one boom element (4, 5), wherein the calculation is made taking into account the weight calculated in step c. and the detected movement of the at least one boom element (4, 5);
 - e. regulating the actuator (9) which is responsible for the movement of the holding element, based on the setpoint movement calculated in step d.
2. Method according to Claim 1, wherein the holding element (6) is a bucket, and wherein the setpoint inclination (φ) is a setpoint levelling angle of the bucket (6).
 3. Method according to either of Claims 1 or 2, wherein the boom exclusively comprises a first (4) and a second (5) boom element.
 4. Method according to one of Claims 1 to 3, wherein, in step d., the calculation continues taking into account the position of the holding element (6) with respect to the main body (2).
 5. Method according to one of Claims 1 to 4, wherein at least one regulating parameter is used in step d. for taking into account the weight calculated in step c., wherein the regulating parameter is dependent on the position of the holding element (6).
 6. Computing unit which is configured to carry out a method according to one of the preceding claims.
 7. Mobile machine (1) comprising a main body (2) and a movement device (3) which is connected to the main body (2) of the mobile machine (1) and which is configured to accept loads and to move with respect to the main body (2), wherein the movement device comprises a boom having one or more boom elements (4, 5) and a holding element (6) arranged on an end portion of the boom for receiving load,

wherein the boom elements (4, 5) and the holding element (6) are movable by one or more independently acting actuators (7, 8, 9), wherein sensors are provided which are configured to detect state data of the movement device, wherein a controller is provided, which implements a weighing function, which is designed to evaluate acquired state data in order to determine a weight of a load received by the movement device (3); comprising a computing unit according to Claim 6.

8. Computer program which causes a computing unit to carry out a method according to one of Claims 1 to 6 when it is executed on the computing unit.

9. Machine-readable storage medium with a computer program according to Claim 8 stored thereon.

Revendications

1. Procédé de commande d'une machine de travail (1) comprenant un corps principal (2) et un dispositif de déplacement (3) qui est relié au corps principal (2) de la machine de travail (1) et qui est configuré pour recevoir et déplacer des charges par rapport au corps principal (2), le dispositif de déplacement comprenant une flèche avec un ou plusieurs éléments de flèche (4, 5) et un élément de retenue (6) agencé à une partie d'extrémité de la flèche pour recevoir une charge, les éléments de flèche (4, 5) et l'élément de retenue (6) étant aptes à être déplacés par un ou plusieurs actionneurs (7, 8, 9) agissant indépendamment les uns des autres, des capteurs étant prévus, qui sont conçus de façon à détecter des données d'état du dispositif de déplacement (3), le procédé comprenant les étapes suivantes :

a. détection d'un mouvement d'au moins un élément de flèche (4, 5) ;

b. détection d'une instruction de maintenir constante une inclinaison de consigne (φ) de l'élément de retenue (6) pendant le mouvement dudit au moins un élément de flèche (4, 5), ladite inclinaison de consigne (φ) décrivant un angle de consigne de l'élément de retenue (6) dans un système de coordonnées qui est indépendant dudit au moins un élément de flèche (4, 5) ;

c. calcul d'un poids d'une charge supportée par l'élément de retenue (6) ;

d. calcul d'un mouvement de consigne de l'un des actionneurs (9) en charge du déplacement de l'élément de retenue (6), de sorte que l'inclinaison de consigne (φ) de l'élément de retenue (6) reste constante pendant le mouvement dudit au moins un élément de flèche (4, 5), le calcul étant effectué en tenant compte du poids calculé à l'étape c. et du mouvement détecté dudit au

moins un élément de flèche (4, 5) ;

e. régulation de l'actionneur (9) en charge du déplacement de l'élément de retenue, sur la base du déplacement de consigne calculé à l'étape d.

2. Procédé selon la revendication 1 dans lequel l'élément de retenue (6) est un godet, et dans lequel l'inclinaison de consigne (φ) est un angle de nivellement de consigne du godet (6).

3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel la flèche comprend exclusivement un premier (4) et un deuxième (5) éléments de flèche.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel, à l'étape d., le calcul est en outre effectué en tenant compte de la position de l'élément de retenue (6) par rapport au corps principal (2).

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel, à l'étape d., on utilise au moins un paramètre de régulation pour la prise en compte du poids calculé à l'étape c., ledit paramètre de régulation étant fonction de la position de l'élément de retenue (6).

6. Unité de calcul, qui est conçue pour mettre en oeuvre un procédé selon l'une des revendications précédentes.

7. Machine de travail (1) comprenant un corps principal (2) et un dispositif de déplacement (3) qui est raccordé au corps principal (2) de la machine de travail (1) et qui est configuré pour recevoir des charges et les déplacer par rapport au corps principal (2), le dispositif de déplacement comprenant une flèche avec un ou plusieurs éléments de flèche (4, 5) et un élément de retenue (6) agencé à une partie d'extrémité de la flèche pour recevoir une charge, les éléments de flèche (4, 5) et l'élément de retenue (6) étant aptes à être déplacés par un ou plusieurs actionneurs (7, 8, 9) agissant indépendamment les uns des autres, des capteurs étant prévus, qui sont agencés de façon à détecter des données d'état du dispositif de déplacement, un dispositif de commande étant prévu, qui met en oeuvre une fonction de pesage qui est conçue de façon à évaluer des données d'état détectées afin de déterminer un poids d'une charge reçue par le dispositif de déplacement (3) ; comprenant une unité de calcul selon la revendication 6.

8. Programme informatique, qui amène une unité de calcul à mettre en oeuvre un procédé selon l'une des revendications 1 à 6 lorsqu'il est exécuté sur l'unité de calcul.

9. Support de stockage lisible par machine sur lequel

est enregistré un programme informatique selon la revendication 8.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

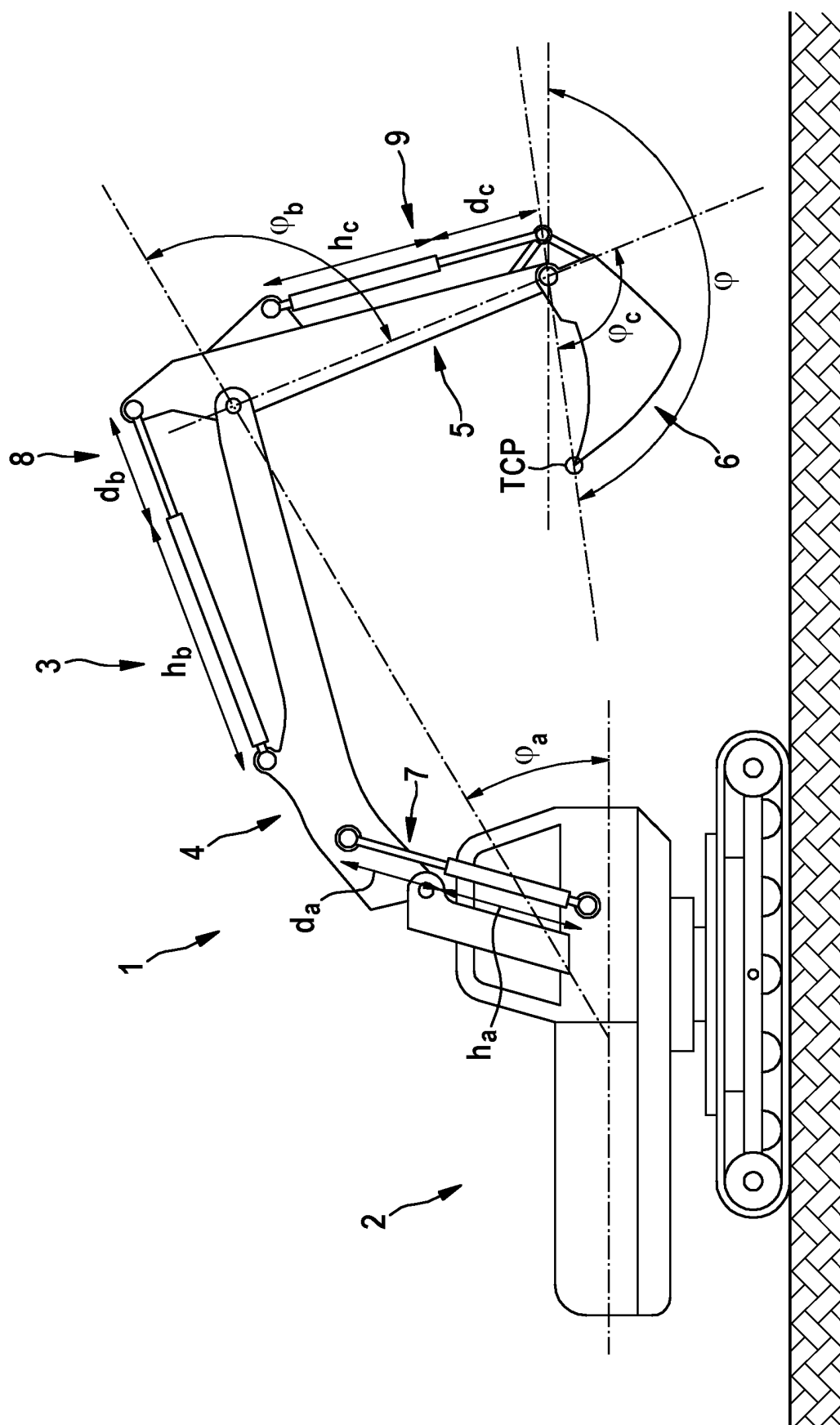


Fig. 1

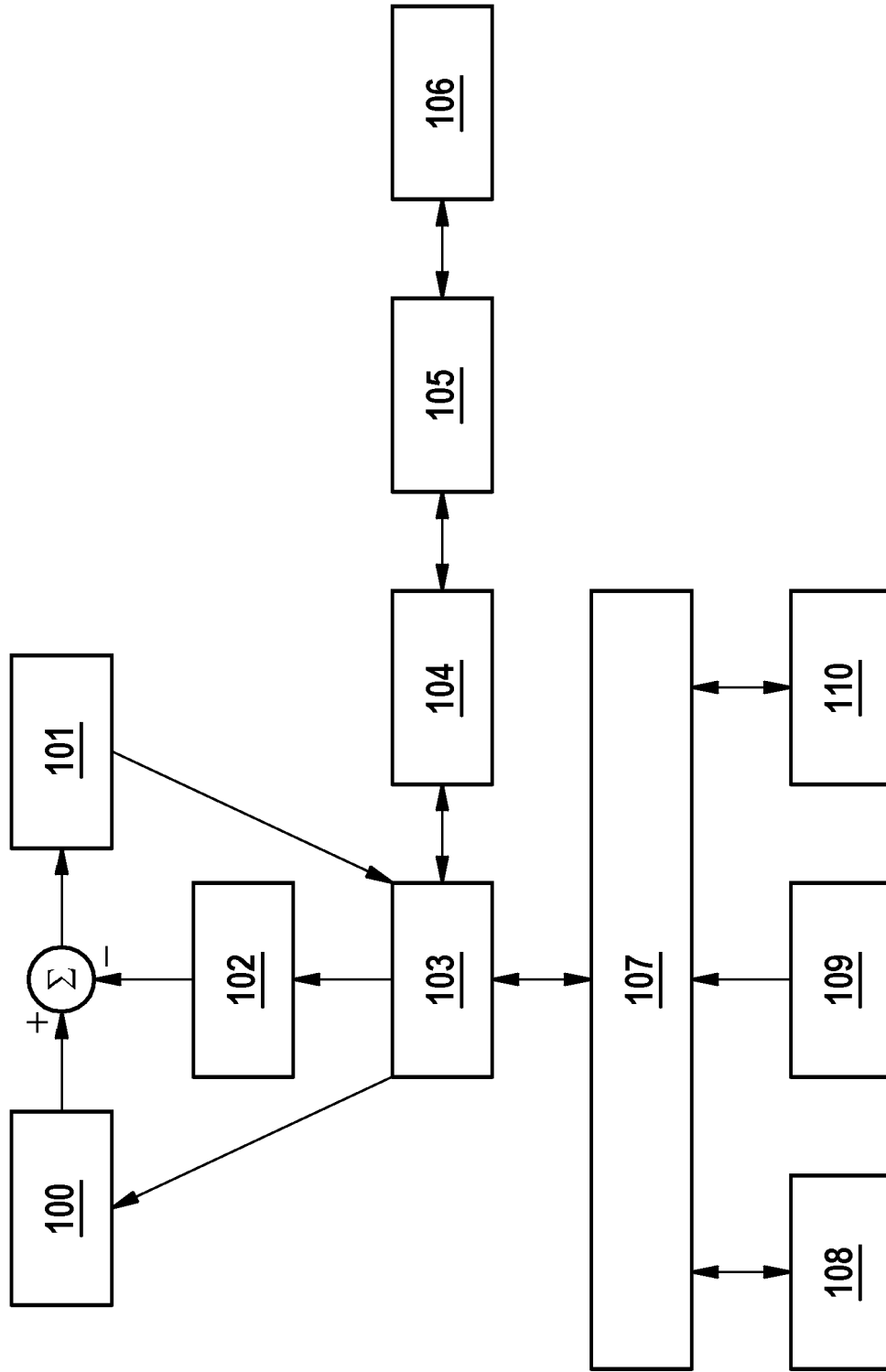


Fig. 2

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 112017000130 T5 **[0002]**
- JP 7009600 B **[0002]**
- JP H10259619 A **[0002]**
- DE 102021205407 **[0016]**