



(11)

EP 3 336 049 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
22.07.2020 Patentblatt 2020/30

(51) Int Cl.:
B66F 9/10 ^(2006.01)

B66F 9/24 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17207695.2**

(22) Anmeldetag: **15.12.2017**

(54) **FLURFÖRDERZEUG MIT EINER STEUEREINHEIT ZUR REGELUNG DER BEWEGUNG EINER
LAST SOWIE EIN ENTSPRECHENDES VERFAHREN**

INDUSTRIAL TRUCK WITH A CONTROL UNIT FOR REGULATING THE MOVEMENT OF A LOAD
AND CORRESPONDING METHOD

CHARIOT DE MANUTENTION POURVU D'UNE UNITÉ DE COMMANDE PERMETTANT DE
RÉGLER LE MOUVEMENT D'UNE CHARGE AINSI QUE PROCÉDÉ CORRESPONDANT

(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**

(30) Priorität: **15.12.2016 DE 102016124506**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.06.2018 Patentblatt 2018/25

(73) Patentinhaber: **Jungheinrich Aktiengesellschaft
22047 Hamburg (DE)**

(72) Erfinder: **Puke, Christian
21079 Hamburg (DE)**

(74) Vertreter: **Hauck Patentanwaltspartnerschaft
mbB
Postfach 11 31 53
20431 Hamburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 1 447 373 DE-A1-102007 015 488
DE-A1-102007 024 817 DE-A1-102014 115 152**

EP 3 336 049 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Flurförderzeug mit einer Steuereinheit zur Regelung der Bewegung eines auf ein Hubgerüst eines Flurförderzeugs wirkenden Schubschlittens sowie ein solches Verfahren.

[0002] Bekannte Flurförderzeuge weisen üblicherweise einen Fahrzeugrahmen und einen Hubmast mit einem Lastteil auf. Das Lastteil sowie die einzelnen Maststufen des Hubmastes können aus- und eingefahren sowie der Hubmast um eine senkrechte Fahrzeugachse vor- und zurückgeneigt oder auch über einen Schubschlitten vor- und zurückgeschoben werden. Flurförderzeuge mit einem Schubschlitten werden üblicherweise Schubmaststapler genannt. Bekannte Flurförderzeuge weisen zudem eine Steuerung auf, über die eine von einer Bedienperson vorgegebene Geschwindigkeit als entsprechende Stellgröße an einen Antrieb weitergegeben werden kann. Über den Antrieb können dann beispielsweise die Hubfunktion, die Neigefunktion sowie die Schubfunktion des Flurförderzeugs realisiert werden. Zumeist handelt es sich um einen hydraulischen Antrieb mit einem oder mehreren Hydraulikzylindern. Beispielsweise zur Steuerung der Bewegungsgeschwindigkeit des Schubschlittens des Hubgerüsts übersetzt die Steuerung eine Geschwindigkeitsvorgabe entsprechend der Kennlinie des Hydraulikventils in eine Stellgröße. Entsprechend dieser Stellgröße wird der Volumenstrom der in den Hydraulikzylinder fließenden Hydraulikflüssigkeit gesteuert. Über den Hydraulikzylinder wird der Schubschlitten am Fußpunkt des Hubgerüsts bewegt, was zu einer Bewegung des Hubgerüsts und somit letztlich der Last führt. Aufgrund äußerer Einflüsse, beispielsweise aufgrund von Fertigungstoleranzen, schwankenden Reibungskräften, Materialverschleiß oder sonstigen statischen oder dynamischen Kräften, kann die Geschwindigkeit des Schubschlittens jedoch von der Geschwindigkeitsvorgabe abweichen.

[0003] Weiterhin kann es durch eine Bewegung des Schubschlittens zu einem unerwünschten Schwingen des Schubgerüsts und somit der Last kommen. Derartige Schwingungen können zumindest verringert werden, indem der Schubmast in vordefinierten Betriebspositionen besonders sanft beschleunigt bzw. verzögert wird. Ein solches Verfahren ist beispielsweise aus WO 2008 006 928 A1 bekannt. Hierbei auf Grundlage unterschiedlicher Betriebsparameter des Flurförderzeugs, wie beispielsweise der Hubhöhe und der Masse der transportierten Last, die erste Eigenfrequenz des Schubgerüsts ermittelt.

[0004] Auch sind aktive Mastschwingungsdämpfungen bekannt, welche zur Schwingung proportionale Größen, wie beispielsweise eine Beschleunigung oder eine Dehnung des Hubgerüsts, messen und auf Grundlage dieser Messgrößen die Bewegung des Schubmastes regeln. Eine solche aktive Schwingungsdämpfung ist beispielsweise aus DE 10 2007 024 817 A1 bekannt, wobei hier eine Regelung gemäß einer in der Steuervorrichtung

gespeicherten Bewegungscharakteristik des Stellglieds des Schubmastes für unterschiedliche Betriebssituationen des Flurförderzeugs erfolgt. Methoden zur aktiven Schwingungsdämpfung sind des Weiteren auch aus EP 1 975 114 A1 sowie aus DE 10 2006 012 982 A1 bekannt. DE 10 2014 115152 A offenbart den Oberbegriff der Ansprüche 1, 2, 5 und 6.

[0005] Die erläuterten Steuerungen bzw. Regelungen können jedoch nicht sicherstellen, dass der Schubschlitten und somit die auf dem Hubgerüst befindliche Last auch tatsächlich eine durch die Bedienperson vorgegebene Geschwindigkeit erreicht. Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Flurförderzeug zur Verfügung zu stellen, welches eine genaue Einhaltung der Vorgabegeschwindigkeit des Schubschlittens ermöglicht. Des Weiteren liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Regelung der Bewegung eines auf ein Hubgerüst eines Flurförderzeugs wirkenden Schubschlittens zur Verfügung zu stellen, welches die Einhaltung der Geschwindigkeitsvorgabe ermöglicht.

[0006] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Flurförderzeug gemäß Anspruch 1 oder 2. Weiterhin wird die Erfindung gelöst durch ein Verfahren nach Anspruch 5 oder 6. Vorteilhafte Ausgestaltungen finden sich in den Unteransprüchen, der Beschreibung sowie den Figuren.

[0007] Das erfindungsgemäße Flurförderzeug umfasst

- ein Hubgerüst mit einem Lastteil zum Tragen einer Last,
- einen auf das Hubgerüst wirkenden Schubschlitten zum Vorbewegen und Zurückbewegen des Hubgerüsts,
- mindestens einem Sensor, der dazu ausgebildet ist, eine Ist-Geschwindigkeit des Schubschlittens zu messen, sowie
- eine Steuereinheit, die dazu ausgebildet ist, eine Soll-Geschwindigkeit für den Schubschlitten vorzugeben, eine Regelabweichung der durch den mindestens einen Sensor gemessenen Ist-Geschwindigkeit von der Soll-Geschwindigkeit zu ermitteln und die Bewegungsgeschwindigkeit des Schubschlittens auf Grundlage der ermittelten Geschwindigkeitsabweichung zu regeln.

[0008] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Regelung der Bewegung eines auf ein Hubgerüst eines Flurförderzeugs wirkenden Schubschlittens weist die folgenden Schritte auf:

- Vorgabe einer Soll-Geschwindigkeit für den Schubschlitten durch eine Steuereinheit des Flurförderzeugs,
- Messen der Ist-Geschwindigkeit des Schubschlittens durch mindestens einen Sensor des Flurförderzeugs,
- Ermitteln einer Regelabweichung der Ist-Geschwindigkeit von der Soll-Geschwindigkeit durch die Steu-

ereinheit,

- Regeln der Bewegungsgeschwindigkeit des Schubschlittens auf Grundlage der ermittelten Geschwindigkeitsabweichung durch die Steuereinheit.

[0009] Das Flurförderzeug kann beispielsweise ein Gabelstapler, insbesondere ein Schubmaststapler sein. Erfindungsgemäß umfasst das Flurförderzeug ein Hubgerüst mit einem Lastteil. Das Hubgerüst kann einen Hubmast mit einer oder mehreren Maststufen aufweisen und mit einem einen Antriebsteil umfassenden Chassis des Flurförderzeugs verbunden sein. Das Lastteil kann beispielsweise eine Lastgabel sein. Das Lastteil dient der Aufnahme einer durch das Flurförderzeug zu transportierenden Last, beispielsweise einer Palette. Über einen Schubschlitten kann das Hubgerüst vor- und zurückbewegt werden, wobei darunter eine Bewegung in der Fahrtrichtung oder entgegen der Fahrtrichtung des Flurförderzeugs zu verstehen ist. Der Schubschlitten kann dabei an einem Fußpunkt des Hubgerüsts auf das Hubgerüst wirken, insbesondere mit diesem verbunden sein. Durch ein Einfahren bzw. Ausfahren des Schubschlittens kann somit das Hubgerüst nach zurück- bzw. vorbewegt werden. Der Schubschlitten wird dabei mit einer vorgegebenen Soll-Geschwindigkeit bewegt. Die Soll-Geschwindigkeit kann durch eine Bedienperson des Flurförderzeugs vorgegeben werden, beispielsweise über einen an dem Flurförderzeug angeordneten Bedienhebel.

[0010] Weiterhin umfasst das Flurförderzeug einen Sensor zur Geschwindigkeitsmessung des Schubschlittens. Da der Schubschlitten auf das Hubgerüst wirkt, kann so die tatsächliche Geschwindigkeit des Hubgerüsts ermittelt werden. Der Sensor kann beispielsweise an dem Schubschlitten angeordnet sein. Auch kann der Sensor an einem auf den Schubschlitten wirkenden Hydraulikzylinder angeordnet sein. Diese Ist-Geschwindigkeit wird an die Steuereinheit übermittelt oder von dieser abgefragt. Die Steuereinheit vergleicht daraufhin die vorgegebene Soll-Geschwindigkeit des Schubschlittens mit der durch den Sensor gemessenen Ist-Geschwindigkeit und ermittelt so eine eventuelle Regelabweichung. Basierend auf dieser Regelabweichung wird die Bewegungsgeschwindigkeit des Schubschlittens nachgeregelt. Beispielsweise kann hierfür eine Differenz zwischen der Soll-Geschwindigkeit und der Ist-Geschwindigkeit gebildet werden. Der Geschwindigkeitssensor kann die Ist-Geschwindigkeit des Schubschlittens beispielsweise aus einer Wegmessung ableiten. Beim Vor- und Zurückbewegen des Hubgerüsts gegenüber einem Antriebsteil bzw. Chassis des Flurförderzeugs wird eine gewisse Wegstrecke zurückgelegt. Diese Wegstrecke kann beispielsweise über eine Kodierung verfügen, sodass ein Inkrement zählendes Messverfahren zur Geschwindigkeitsmessung verwendet werden kann.

[0011] Erfindungsgemäß gibt die Steuereinheit des Flurförderzeugs also nicht nur eine Soll-Geschwindigkeit für den Schubschlitten vor, sondern regelt die Geschwindigkeit des Schubschlittens nach, falls diese nicht der

Soll-Geschwindigkeit entsprechen sollte. Eine derartige Messung und Nachregelung der tatsächlichen Geschwindigkeit des Schubschlittens ermöglicht eine zuverlässige Einhaltung der Geschwindigkeitsvorgabe, die durch den Bediener des Flurförderzeugs vorgegeben wurde. Somit kann der Einfluss äußerer Störfaktoren, wie beispielsweise Fertigungstoleranzen, schwankende Reibungskräfte und Materialverschleiß oder sonstige statische oder dynamische Kräfte, ausgeglichen werden. Wie einleitend erläutert, wird ein vorgegebener Geschwindigkeitswert bei bekannten Steuerungen aufgrund der genannten Störfaktoren häufig nicht exakt erreicht. Stattdessen kann es zu einer Unterschreitung oder einem Übertreffen der Geschwindigkeitsvorgabe kommen. Bei Übertreffen der Vorgabe kann es zu einer gefährlich hohen Geschwindigkeit kommen, die gegebenenfalls sogar die vom Hersteller vorgegebene Maximalgeschwindigkeit überschreiten kann. Bei einem Unterschreiten der Vorgabe unterschritten, wird der Arbeitsablauf verlangsamt. Durch die erfindungsgemäße Geschwindigkeitsregelung hingegen wird der Vorgabewert mit hoher Genauigkeit erreicht, was ein hohes Arbeitstempo bei gleichzeitiger Einhaltung der Sicherheitsbestimmungen ermöglicht.

[0012] Erfindungsgemäß umfasst das Flurförderzeug weiterhin mindestens einen Verformungssensor, der dazu ausgebildet ist, eine Verformung des Hubgerüsts zu messen, wobei die Steuereinheit weiterhin dazu ausgebildet ist, die Bewegungsgeschwindigkeit des Schubschlittens auf Grundlage der gemessenen Verformung des Hubgerüsts zu regeln. Nach dieser Ausgestaltung wird also eine Verformung des Hubgerüsts durch mindestens einen Verformungssensor gemessen und entweder durch die erste Steuereinheit, welche auch für die Geschwindigkeitsregelung zuständig ist, oder durch eine separate, zweite Steuereinheit die Bewegung des Schubschlittens auf Basis der gemessenen Verformung geregelt. Der Verformungssensor des Hubgerüsts kann die Verformung des Hubgerüsts beispielsweise über eine relative Beschleunigung eines oberen Endes des Hubgerüsts gegenüber dem Fußpunkt des Hubgerüsts ermitteln. Der Verformungssensor kann ein Beschleunigungssensor sein, der beispielsweise an einem oberen Ende des Hubgerüsts angeordnet ist. Auch kann der Verformungssensor als ein Dehnungssensor, beispielsweise als Dehnungsmesstreifen, ausgebildet sein. Der Verformungssensor kann dann eine Dehnung des Hubgerüsts messen, wobei die Dehnung beispielsweise durch eine Verbiegung des Hubgerüsts bedingt sein kann. Insbesondere kann dabei eine Veränderung der Dehnung gemessen werden. Informationen über die durch den Verformungssensor gemessene Verformung des Hubgerüsts werden an die Steuereinheit weitergegeben bzw. durch diese abgefragt, welche daraufhin die Geschwindigkeit des Schubschlittens derart regelt, dass die Verformung des Hubmastes ausgeglichen wird. Es können insbesondere zwei Verformungssensoren, bevorzugt Beschleunigungssensoren vorgesehen sein. Ein erster

der beiden Verformungssensoren kann dabei an einem oberen Mastende und ein zweiter Verformungssensor an einem unteren Mastende angeordnet sein. Das vorsehen mindestens eines zweiten Verformungssensors erlaubt das Ermitteln einer Referenzbeschleunigung. Durch diese Ausgestaltung kann somit zusätzlich eine aktive Mastdämpfung, also ein Ausgleich von unerwünschten Mastschwingungen, erreicht werden. Es wird somit sichergestellt, dass auch bei auftretenden Mastschwingungen die durch die Bedienperson vorgegebene Geschwindigkeit des Schubschlittens zuverlässig eingehalten werden kann.

[0013] Auch kann eine zweite Steuereinheit vorgesehen sein, die dazu ausgebildet ist, die Bewegungsgeschwindigkeit des Schubschlittens auf Grundlage der gemessenen Verformung des Hubgerüsts zu regeln. Es können also zwei Steuereinheiten vorgesehen sein, wobei die erste Steuereinheit die durch den Sensor gemessene Ist-Geschwindigkeit des Schubschlittens verarbeitet, während die zweite Steuereinheit die durch den Verformungssensor gemessene Verformung des Hubgerüsts verarbeitet. Auf Grundlage der Messdaten beider Sensoren kann dann die erste und/oder die zweite Steuereinheit die Geschwindigkeit regeln. Zwei separate Steuereinheiten haben den Vorteil, dass diese beide unabhängig voneinander ausgelegt werden können. Es ist dabei jedoch auch möglich die beiden Steuereinheiten als unabhängige Softwaremodule einer einzigen physischen Steuereinheit zu realisieren.

[0014] Nach einer weiteren Ausgestaltung weist das Flurförderzeug ein Hydraulikaggregat mit mindestens einem auf den Schubschlitten wirkenden Hydraulikzylinder auf, wobei die Steuereinheit ist dazu ausgebildet, die Bewegungsgeschwindigkeit des Schubschlittens durch Veränderung des Volumenstroms der in den Hydraulikzylinder fließenden Hydraulikflüssigkeit zu steuern. Gemäß dieser Ausgestaltung kann die Steuereinheit ein Hydraulikaggregat des Flurförderzeugs ansteuern. Dieses Hydraulikaggregat kann einen oder mehrere Hydraulikzylinder umfassen, die auf den Schubschlitten wirken. Der Schubschlitten kann also durch einen Hydraulikzylinder bewegt werden. Durch eine Regelung des Volumenstroms in bzw. aus dem mindestens einen Hydraulikzylinder kann dieser ausgefahren bzw. eingefahren werden, was zu einer entsprechenden Bewegung des Schubschlittens führt. Über die Bewegung des Schubschlittens werden dann das Hubgerüst sowie die auf dem Lastteil des Hubgerüsts befindliche Last bewegt. Auch kann das Hydraulikaggregat weitere Hydraulikzylinder umfassen, über welche beispielsweise eine Hubfunktion und/oder eine Neigefunktion des Lastteils bzw. des Hubgerüsts ermöglicht werden. Stellt die Steuereinheit eine Abweichung zwischen Soll- und Ist-Geschwindigkeit des Schubschlittens fest, so kann diese den Volumenstrom der in den Hydraulikzylinder fließenden Hydraulikflüssigkeit derart nachregeln, dass die gewünschte Soll-Geschwindigkeit erreicht wird. Es kann dabei vorgesehen sein, den erfindungsgemäßen Geschwindigkeitssensor

an dem auf den Schubschlitten wirkenden Hydraulikzylinder anzuordnen. Beispielsweise kann der Sensor die Bewegungsgeschwindigkeit einer Kolbenstange des Hydraulikzylinders gegenüber einem Zylindergehäuse des Hydraulikzylinders messen. Hierfür kann insbesondere ein inkrementelles Messverfahren vorgesehen sein, wobei die Kolbenstange dann in gleichmäßigen Abständen eine Kodierung aufweist.

[0015] Nach einer weiteren Ausgestaltung weist das Hydraulikaggregat eine Hydraulikpumpe und/oder mindestens ein Steuerventil auf, wobei der Volumenstrom der in den Hydraulikzylinder fließenden Hydraulikflüssigkeit durch die Hydraulikpumpe und/oder das mindestens ein Steuerventil geregelt werden wird. Die Steuereinheit kann dann bei einer eventuellen Geschwindigkeitsabweichung des Schubschlittens den Volumenstrom über die Hydraulikpumpe erhöhen oder verringern. Auch kann die Steuereinheit zur Regelung des Volumenstroms das mindestens ein Steuerventil weiter öffnen oder schließen.

[0016] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein erfindungsgemäßes Flurförderzeug,

Fig. 2 ein Schema zur Geschwindigkeitssteuerung des Schubschlittens,

Fig. 3 ein Regelungsschema zum Ausgleich von Mastschwingungen,

Fig. 4 ein Regelungsschema zur Geschwindigkeitsregelung des Schubschlittens,

Fig. 5 das Regelschema aus Fig. 4 in Kombination mit einer aktiven Mastdämpfung,

Fig. 6 eine kaskadierte Kombination der Geschwindigkeitssteuerung einschließlich einer aktiven Mastdämpfung, und

Fig. 7 ein Diagramm des schematisch dargestellten Verhaltens der Lastgeschwindigkeit über der Zeit.

[0017] In Fig. 1 ist ein Flurförderzeug 10 mit einem Hubgerüst 12, einem Schubschlitten 20, einem Sensor 30 sowie einer Steuereinheit 40 dargestellt. Der Sensor 30 ist an einem Fußpunkt des Hubgerüsts 12 angeordnet. Das Hubgerüst 12 umfasst ein Lastteil 14 mit einer darauf befindlichen Last 16. In dem Fahrzeugrahmen des Flurförderzeugs 10 ist zudem ein Hydraulikaggregat 18 angeordnet, welches eine nicht dargestellte Hydraulikpumpe und zumindest einen auf den Schubschlitten wirkenden Hydraulikzylinder umfasst. An der Spitze des Hubgerüsts 12 ist ein Verformungssensor 50 angeordnet. Bei dem Flurförderzeug 10 handelt es sich um einen Schubmaststapler, dessen Hubgerüst 12 über den

Schubschlitten 20 in Richtung des mit $v_{\text{Schlitten}}$ gekennzeichneten Pfeils ausgefahren sowie in die entgegengesetzte Richtung eingefahren werden kann. Entsprechend wird die auf dem Lastteil 14 befindliche Last 16 mit einer Geschwindigkeit v_{Last} nach vorne bzw. zurück bewegt.

[0018] Eine den Schubmaststapler 10 bedienende Person kann über eine nicht dargestellte Bedieneinheit eine Geschwindigkeitsvorgabe r an die Steuereinheit 40 übermitteln. Die Steuereinheit 40 übermittelt daraufhin eine der Geschwindigkeitsvorgabe r entsprechende Stellgröße u an das Hydraulikaggregat 18, insbesondere an die Hydraulikpumpe bzw. den mindestens einen Hydraulikzylinder, und somit an den Schubschlitten 20. Der Schubschlitten 20 wird so mit der Geschwindigkeit $v_{\text{Schlitten}}$ bewegt. Über den Schubschlitten 20 wird folglich das Hubgerüst 12 und somit die Last 16 bewegt. Dies ist in Fig. 2 dargestellt. Hierbei kann die tatsächliche Schubschlittengeschwindigkeit $v_{\text{Schlitten}}$, also die Geschwindigkeit des Fußpunktes des Hubgerüsts, von der Geschwindigkeitsvorgabe r abweichen. Dies ist, wie erläutert, äußeren Einflüsse wie beispielsweise Fertigungstoleranzen, schwankenden Reibungskräften sowie Materialverschleiß geschuldet.

[0019] Wie ebenfalls eingangs erwähnt, kann es durch eine Bewegung des Schubschlittens 20 auch zu unerwünschten Schwingungen der auf dem Lastteil 14 befindlichen Last 16 kommen. Hierbei tritt eine Abweichung zwischen der Geschwindigkeit $v_{\text{Schlitten}}$ des Schubschlittens 20 und der Geschwindigkeit v_{Last} der Last 16 auf. In Fig. 3 ist ein Schema zur aktiven Mastdämpfung dargestellt, das solche Schwingungen unterdrückt. Gegenüber der in Fig. 2 dargestellten Steuerung werden hier zum einen Betriebsgrößen des Flurförderzeugs und zum anderen eine Verformung des Hubgerüsts 12 berücksichtigt. Betriebsgrößen können beispielsweise die Masse der Last 16 sowie die Hubhöhe des Hubgerüsts 12 sein. Der Verformungssensor 50 ist vorliegend ein Beschleunigungssensor, der die Beschleunigung des oberen Endes des Hubgerüsts 12 gegenüber dem Fußpunkt des Hubgerüsts 12 misst. Der Beschleunigungsmesswert sowie die gemessenen Betriebsgrößen gehen in die Steuereinheit 40 ein. Zudem ist ein weiterer Beschleunigungssensor 51 am unteren Mastende vorgesehen sein, um eine Referenzbeschleunigung ermitteln zu können. Auch dessen Messwert geht in die Steuereinheit 40 ein, was durch die von dem Hubgerüst 12 zu der Steuereinheit 40 verlaufende Doppellinie dargestellt ist. Die Steuereinheit 40 regelt dann über das Hydraulikaggregat 18 die Bewegung des Schubschlittens 20 derart, dass die Schwingung der Last 16 ausgeglichen wird.

[0020] In Fig. 4 ist die erfindungsgemäße Regelung der Geschwindigkeit des Schubschlittens gezeigt. Wie bei der Steuerung in Fig. 2 geht eine Geschwindigkeitsvorgabe r einer Bedienperson in die Steuereinheit 40 ein, welche daraufhin über eine Stellgröße u das Hydraulikaggregat 18 und darüber den Schubschlitten 20 ansteuert.

Über den Schubschlitten 20 wird das Hubgerüst 12 und somit die Last 16 mit der Geschwindigkeit v_{Last} bewegt. Ein Sensor 30 misst hierbei die tatsächliche Geschwindigkeit $v_{\text{Schlitten}}$ des Schubschlittens 20 und übermittelt diese an die Steuereinheit 40. Die Steuereinheit 40 ermittelt daraufhin eine eventuelle Abweichung zwischen der Soll-Geschwindigkeit, also der Geschwindigkeitsvorgabe r , und der Ist-Geschwindigkeit, also der Schlittengeschwindigkeit $v_{\text{Schlitten}}$, und passt gegebenenfalls die Stellgröße u an. Durch das Anpassen der Stellgröße u erfolgt eine entsprechende Regelung der hydraulischen Antriebseinheit 18 folglich eine Anpassung der Geschwindigkeit des Schubschlittens 20. Diese Messung und Nachregelung der Geschwindigkeit des Schlittens 20 kann kontinuierlich oder in Schritten erfolgen. In der Ausgestaltung aus Fig. 4 werden zudem weitere Betriebsgrößen des Fahrzeugs ermittelt, welche ebenso in die Steuereinheit 40 eingehen. So kann beispielsweise abhängig von der Hubhöhe sowie der Masse der Last der Schubschlitten 20 und somit das Hubgerüst 12 möglichst sanft beschleunigt oder verzögert werden, um eine eventuelle Mastschwingung möglichst zu verhindern.

[0021] Die Ausgestaltung in Fig. 5 ist eine Weiterbildung der Ausgestaltung der Fig. 4, erweitert um eine aktive Mastdämpfung. Zur aktiven Mastdämpfung wird hierbei, wie bereits zu Fig. 3 erläutert, über zwei Beschleunigungssensoren 50, 51 eine Verformung des Hubgerüsts 12 ermittelt und an die Steuereinheit 40 weitergegeben. Nach dieser Ausgestaltung wird also die erfindungsgemäße Geschwindigkeitsregelung mit einer aktiven Mastdämpfung kombiniert. Während die Geschwindigkeitsregelung über den Sensor 30 die Ist-Geschwindigkeit des Schubschlittens 20 ermittelt und so sicherstellt, dass die Ist-Geschwindigkeit $v_{\text{Schlitten}}$ des Schubschlittens 20 der Geschwindigkeitsvorgabe r entspricht, sorgt der zweite Regelkreis (die aktive Mastdämpfung) dafür, dass die Geschwindigkeit v_{Last} des Hubgerüsts 12 und damit der bewegten Last 16 der Geschwindigkeit $v_{\text{Schlitten}}$ des Schubschlittens 20 entspricht. Wenn die durch die Beschleunigungssensoren 50, 51 gemessene Größe einen konstanten Wert erreicht, ist folglich die Geschwindigkeit v_{Last} gleich der Geschwindigkeit $v_{\text{Schlitten}}$. Entspricht zudem die gemessene Geschwindigkeit $v_{\text{Schlitten}}$ des Schubschlittens 20 der Vorgabegeschwindigkeit r , so ist sichergestellt, dass auch die Last 16 sich mit der vorgegebenen Geschwindigkeit r bewegt.

[0022] In Fig. 6 ist ebenfalls eine erfindungsgemäße Geschwindigkeitsregelung gemeinsam mit einer Schwingungsdämpfung dargestellt. Im Gegensatz zu der Ausgestaltung aus Fig. 5 handelt es sich hierbei jedoch um eine kaskadierte Regelung. Hierfür wird wiederum eine Geschwindigkeitsvorgabe r der Steuereinheit 40 vorgegeben, welche daraufhin eine entsprechende Regelgröße u_1 an eine zweite Steuereinheit 42 weitergibt. Die zweite Steuereinheit 42 gibt die Vorgabe wiederum als Regelgröße u_2 an das Hydraulikaggregat

18 und darüber an den Schubslitten 20 weiter, was zu einer Übertragung der Geschwindigkeit $v_{\text{Schlitten}}$ auf das Hubgerüst 12 und somit zu einer Bewegungsgeschwindigkeit v_{Last} der Last 16 führt. Mit einem ersten Regelkreis wird hierbei die Geschwindigkeit geregelt, indem ein Geschwindigkeitssensor 30 die tatsächliche Geschwindigkeit $v_{m, \text{Schlitten}}$ des Schubslittens 20 ermittelt und die erste Steuereinheit 40 eine eventuelle Regelabweichung zwischen der Geschwindigkeitsvorgabe r und der gemessenen Schlittengeschwindigkeit $v_{m, \text{Schlitten}}$ ermittelt. Entsprechend der Regelabweichung gibt die Steuereinheit 40 eine veränderte Stellgröße u_1 an die zweite Steuereinheit 42 weiter. Die zweite Steuereinheit 42 erhält darüber hinaus von den als Beschleunigungssensoren ausgebildeten Verformungssensoren 50, 51 die tatsächliche Beschleunigung $a_{m, \text{Last}}$ der Last 16. Es kann jedoch auch nur ein Verformungssensor vorgesehen sein. Entsprechend der Stellgrößen u_1 sowie $a_{m, \text{Last}}$ gibt die zweite Steuereinheit 42 eine veränderte Stellgröße u_2 an das Hydraulikaggregat 18 weiter, was zu einer Anpassung der Geschwindigkeit $v_{\text{Schlitten}}$ des Schubslittens 20 führt. Zum einen wird somit die Geschwindigkeit des Schubslittens 20 auf die Geschwindigkeitsvorgabe r geregelt und zum anderen wird die Lastgeschwindigkeit v_{Last} auf die Schlittengeschwindigkeit $v_{\text{Schlitten}}$ geregelt. Somit ist sichergestellt, dass die Geschwindigkeit der Last auch tatsächlich der Geschwindigkeitsvorgabe entspricht. Die Ausgestaltung aus Fig. 6 hat gegenüber der Ausgestaltung aus Fig. 5 den Vorteil, dass die beiden voneinander unabhängigen Steuereinheiten 40, 42 beliebig und unabhängig voneinander ausgelegt werden können. Es ist dabei auch möglich die beiden Steuereinheiten 40, 42 als unabhängige Softwaremodule einer einzigen physischen Steuereinheit zu realisieren.

[0023] Fig. 7 zeigt das Verhalten der Lastgeschwindigkeit v_{Last} mit der Zeit. Zum Zeitpunkt t_0 beginnt eine Bedienperson eine Geschwindigkeit vorzugeben. Diese Geschwindigkeitsvorgabe entspricht der mit "Vorgabe" gekennzeichneten Kurve. Bis zum Zeitpunkt t_1 wird steigt die Geschwindigkeit kontinuierlich an, danach ist die Vorgabegeschwindigkeit konstant. Ein ungedämpftes System verhält sich bei einer derartigen Geschwindigkeitsvorgabe entsprechend der durchgezogenen Linie, die mit "ungedämpft" gekennzeichnet ist. Dies entspräche einer Steuerung gemäß Fig. 2. Die Geschwindigkeit der Last steigt dabei zunächst langsam und dann immer schneller an und schießt aufgrund einer Schwingung des Hubgerüsts über die Vorgabegeschwindigkeit hinaus. Durch ein darauf folgendes Zurückschwingen des Hubgerüsts sinkt die Lastgeschwindigkeit v_{Last} kurz danach wiederum weit unterhalb die Vorgabegeschwindigkeit, um anschließend aufgrund eines erneuten Nachvorschwingens des Hubmastes wieder anzusteigen. In einer

lang andauernden Schwingung nähert sich somit die Lastgeschwindigkeit v_{Last} der Vorgabegeschwindigkeit an. Flurförderzeuge mit einer Betriebsgrößenregelung bzw. einer aktiven Mastdämpfung, wie in den Fign. 3 bzw. 4, gezeigt weisen ein deutlich geringeres Schwingungsverhalten auf. Aufgrund der Rückkopplung der Betriebsgrößen bzw. der Beschleunigung der Last kann die Lastgeschwindigkeit in erläuterter Weise derart geregelt werden, dass die Schwingung des Hubgerüsts eine wesentlich geringere Amplitude aufweist und schneller einen konstanten Wert erreicht. Da diese Systeme jedoch, wie ebenfalls erläutert, keine Geschwindigkeitsregelung aufweisen, wird der vorgegebene Geschwindigkeitswert häufig nicht exakt erreicht, sondern unterschritten oder übertroffen. Wird die Vorgabe übertroffen, so kann es zu einer gefährlich hohen Geschwindigkeit kommen, die gegebenenfalls sogar die vom Hersteller vorgegebene Maximalgeschwindigkeit überschreiten kann. Wird die Vorgabe unterschritten, so wird der Arbeitsablauf verlangsamt. In Fig. 7 pendelt die Lastgeschwindigkeit v_{Last} auf einen Wert geringer als die Vorgabe ein, was zu besagter Verzögerung des Arbeitsablaufes führt.

[0024] Durch das erfindungsgemäße Verfahren bzw. Flurförderzeug zur Geschwindigkeitsregelung des Schubslittens kann jedoch die mit "Geschwindigkeitsregelung" gekennzeichnete Kurve erreicht werden. Dies entspricht den in den Fign. 4 und 5 dargestellten Regelkreisen. Zusätzlich zu einer starken Verringerung der Schwingung wird nun auch die Lastgeschwindigkeit innerhalb kurzer Zeit auf die tatsächlich gewünschte Vorgabegeschwindigkeit geregelt. Es kann somit ein hohes Arbeitstempo erreicht und gleichzeitig die erforderliche Sicherheit gewährleistet werden.

Patentansprüche

1. Flurförderzeug (10), umfassend

- ein Hubgerüst (12) mit einem Lastteil (14) zum Tragen einer Last (16),
- einen auf das Hubgerüst wirkenden Schubslitten (20) zum Vorbewegen und Zurückbewegen des Hubgerüsts (12),
- mindestens einen Sensor (30), der dazu ausgebildet ist, eine Ist-Geschwindigkeit des Schubslittens (20) zu messen, sowie
- eine erste Steuereinheit (40), die dazu ausgebildet ist, eine Soll-Geschwindigkeit für den Schubslitten (20) vorzugeben, eine Regelabweichung der durch den mindestens einen Sensor (30) gemessenen Ist-Geschwindigkeit von der Soll-Geschwindigkeit zu ermitteln und auf Grundlage der ermittelten Geschwindigkeitsabweichung eine erste Stellgröße (u_1) vorzugeben,
- **gekennzeichnet durch** mindestens einen Verformungssensor (50), der dazu ausgebildet

ist, eine Verformung des Hubgerüsts (12) zu messen, sowie durch eine zweite Steuereinheit (42), wobei die zweite Steuereinheit (42) dazu ausgebildet ist, von der ersten Steuereinheit die erste Stellgröße (u_1) zu empfangen und auf Grundlage der ersten Stellgröße (u_1) sowie auf Grundlage der gemessenen Verformung des Hubgerüsts (12) eine zweite Stellgröße (u_2) vorzugeben zur Regelung der Bewegungsgeschwindigkeit des Schubschlittens.

2. Flurförderzeug (10), umfassend

- ein Hubgerüst (12) mit einem Lastteil (14) zum Tragen einer Last (16),
- einen auf das Hubgerüst wirkenden Schubschlitten (20) zum Vorbewegen und Zurückbewegen des Hubgerüsts (12),
- mindestens einen Sensor (30), der dazu ausgebildet ist, eine Ist-Geschwindigkeit des Schubschlittens (20) zu messen, sowie
- eine Steuereinheit (40), die dazu ausgebildet ist, eine Soll-Geschwindigkeit für den Schubschlitten (20) vorzugeben, eine Regelabweichung der durch den mindestens einen Sensor (30) gemessenen Ist-Geschwindigkeit von der Soll-Geschwindigkeit zu ermitteln und die Bewegungsgeschwindigkeit des Schubschlittens (20) auf Grundlage der ermittelten Geschwindigkeitsabweichung zu regeln,
- **gekennzeichnet durch** mindestens einen Verformungssensor (50), der dazu ausgebildet ist, eine Verformung des Hubgerüsts (12) zu messen, wobei die Steuereinheit (40) weiterhin dazu ausgebildet ist, die Bewegungsgeschwindigkeit des Schubschlittens (20) auf Grundlage der gemessenen Verformung des Hubgerüsts (12) zu regeln.

3. Flurförderzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Flurförderzeug ein Hydraulikaggregat (18) mit mindestens einem auf den Schubschlitten (20) wirkenden Hydraulikzylinder umfasst, wobei die Steuereinheit dazu ausgebildet ist, die Bewegungsgeschwindigkeit des Schubschlittens (20) durch Veränderung des Volumenstroms der in den Hydraulikzylinder fließenden Hydraulikflüssigkeit zu steuern.

4. Flurförderzeug nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Hydraulikpumpe und/oder mindestens ein Steuerventil vorgesehen ist, wobei der Volumenstrom der in den Hydraulikzylinder fließenden Hydraulikflüssigkeit durch die Hydraulikpumpe und/oder das mindestens eine Steuerventil geregelt wird.

5. Verfahren zur Regelung der Bewegung eines auf ein

Hubgerüst (12) eines Flurförderzeugs (10) wirkenden Schubschlittens (20), wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

- Vorgabe einer Soll-Geschwindigkeit für den Schubschlitten (20) durch eine erste Steuereinheit (40) des Flurförderzeugs (10),
- Messen der Ist-Geschwindigkeit des Schubschlittens (20) durch mindestens einen Sensor (30) des Flurförderzeugs (10),
- Ermitteln einer Regelabweichung der Ist-Geschwindigkeit von der Soll-Geschwindigkeit durch die erste Steuereinheit (40),
- Vorgabe einer ersten Stellgröße (u_1) auf Grundlage der ermittelten Geschwindigkeitsabweichung durch die erste Steuereinheit (40),
- **gekennzeichnet durch** Messen einer Verformung des Hubgerüsts (12) durch mindestens einen Verformungssensor (50), Empfangen der ersten Stellgröße (u_1) von der ersten Steuereinheit (40) durch eine zweite Steuereinheit (42) und Vorgabe einer zweiten Stellgröße (u_2) auf Grundlage der ersten Stellgröße (u_1) sowie auf Grundlage der gemessenen Verformung des Hubgerüsts (12) durch die zweite Steuereinheit (42),
- Regeln der Bewegungsgeschwindigkeit des Schubschlittens (20) auf Grundlage der zweiten Stellgröße (u_2).

6. Verfahren zur Regelung der Bewegung eines auf ein Hubgerüst (12) eines Flurförderzeugs (10) wirkenden Schubschlittens (20), wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

- Vorgabe einer Soll-Geschwindigkeit für den Schubschlitten (20) durch eine Steuereinheit (40) des Flurförderzeugs (10),
- Messen der Ist-Geschwindigkeit des Schubschlittens (20) durch mindestens einen Sensor (30) des Flurförderzeugs (10),
- Ermitteln einer Regelabweichung der Ist-Geschwindigkeit von der Soll-Geschwindigkeit durch die Steuereinheit (40),
- Regeln der Bewegungsgeschwindigkeit des Schubschlittens (20) auf Grundlage der ermittelten Geschwindigkeitsabweichung durch die Steuereinheit (40),
- **gekennzeichnet durch** Messen einer Verformung des Hubgerüsts (12) durch mindestens einen Verformungssensor (50) und Regeln der Bewegung des Schubschlittens (20) durch die Steuereinheit (40) auf Grundlage der gemessenen Verformung des Hubgerüsts (12).

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Regeln der Bewegungsgeschwindigkeit des Schubschlittens (20) durch Ver-

änderung des Volumenstroms der in einen Hydraulikzylinder fließenden Hydraulikflüssigkeit erfolgt, wobei der Hydraulikzylinder auf den Schubschlitten (20) wirkt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Volumenstrom der in den Hydraulikzylinder fließenden Hydraulikflüssigkeit durch eine Hydraulikpumpe und/oder mindestens ein Steuerventil geregelt wird.

Claims

1. An industrial truck (10), comprising:

- a lift frame (12) with a load part (14) for carrying a load (16),
- a reach carriage (20) acting on the lift frame for moving the lift frame (12) forward and backward,
- at least one sensor (30) that is designed to measure an actual speed of the reach carriage (20), and
- a first control unit (40) that is designed to specify a target speed for the reach carriage (20), to determine a control deviation of the actual speed measured by the at least one sensor (30) from the target speed, and on the basis of the determined speed deviation provide a first manipulated variable (u_1),
- **characterized by** at least one deformation sensor (50) that is designed to measure a deformation of the lift frame (12), and by a second control unit (42), wherein the second control unit (42) is designed to receive the first manipulated variable (u_1) from the first control unit and to provide a second manipulated variable (u_2) to control the movement speed of the reach carriage on the basis of the first manipulated variable (u_1) and on the basis of the measured deformation of the lift frame (12).

2. An industrial truck (10), comprising:

- a lift frame (12) with a load part (14) for carrying a load (16),
- a reach carriage (20) acting on the lift frame for moving the lift frame (12) forward and backward,
- at least one sensor (30) that is designed to measure an actual speed of the reach carriage (20), and
- a control unit (40) that is designed to specify a target speed for the reach carriage (20), to determine a control deviation of the actual speed measured by the at least one sensor (30) from the target speed, and to regulate the movement

speed of the reach carriage (20) based on the determined speed deviation,

- **characterized by** at least one deformation sensor (50) that is designed to measure a deformation of the lift frame (12), wherein the control unit (40) is moreover designed to regulate the movement speed of the reach carriage (20) on the basis of the measured deformation of the lift frame (12).

3. The industrial truck according to one of the preceding claims, **characterized in that** the industrial truck comprises a hydraulic power unit (18) with at least one hydraulic cylinder acting on the reach carriage (20), wherein the control unit is designed to control the movement speed of the reach carriage (20) by changing the volumetric flow of hydraulic fluid flowing in the hydraulic cylinder.

4. The industrial truck according to claim 3, **characterized in that** a hydraulic pump and/or at least one control valve is provided, wherein the volumetric flow of hydraulic fluid flowing into the hydraulic cylinder is regulated by the hydraulic pump and/or the at least one control valve.

5. A method for regulating the movement of a reach carriage (20) acting on a lift frame (12) of an industrial truck (10), wherein the method has the following steps:

- a control unit (40) of the industrial truck (10) specifies a target speed for the reach carriage (20),
- at least one sensor (30) of the industrial truck (10) measures the actual speed of the reach carriage (20),
- the control unit (40) determines a control deviation between the actual speed and target speed,
- the control unit (40) specifies a first manipulated variable (u_1) based on the determined speed deviation,
- **characterized in that** the at least one deformation sensor (50) measures a deformation of the lift frame (12), receiving the first manipulated variable (u_1) generated by the first control unit (40) by a second control unit (42) and providing a second manipulated variable (u_2) on the basis of the first manipulated variable (u_1) and on the basis of the measured deformation of the lift frame (12).

6. A method for regulating the movement of a reach carriage (20) acting on a lift frame (12) of an industrial truck (10), wherein the method has the following steps:

- a control unit (40) of the industrial truck (10) specifies a target speed for the reach carriage (20),
 - at least one sensor (30) of the industrial truck (10) measures the actual speed of the reach carriage (20),
 - the control unit (40) determines a control deviation between the actual speed and target speed,
 - the control unit (40) regulates the movement speed of the reach carriage (20) based on the determined speed deviation,
 - **characterized in that** the at least one deformation sensor (50) measures a deformation of the lift frame (12), the control unit (40) or a second control unit (42) regulates the movement of the reach carriage (20) on the basis of the measured deformation of the lift frame (12).
7. The method according to claim 5 or 6, **characterized in that** the movement speed of the reach carriage (20) is regulated by changing the volumetric flow of hydraulic fluid flowing in the hydraulic cylinder, wherein the hydraulic cylinder acts on the reach carriage (20).
8. The method according to one of claims 5 to 8, **characterized in that** the volumetric flow of hydraulic fluid flowing into the hydraulic cylinder is regulated by a hydraulic pump and/or at least one control valve.

Revendications

1. Chariot de manutention (10) comportant
- un mât de levage (12) avec un élément de charge (14) destiné à porter une charge (16),
 - un chariot de poussée (20) agissant sur le mât de levage pour faire avancer et reculer le mât de levage (12),
 - au moins un capteur (30) conçu pour mesurer une vitesse réelle du chariot de poussée (20), et
 - une première unité de commande (40) conçue pour indiquer une vitesse de consigne pour le chariot de poussée (20), pour déterminer un écart de réglage de la vitesse réelle mesurée par l'au moins un capteur (30) par rapport à la vitesse de consigne et pour indiquer une première grandeur de réglage (u_1) sur la base de l'écart de vitesse déterminé,
 - **caractérisé par** au moins un capteur de déformation (50) conçu pour mesurer une déformation du mât de levage (12), et par une deuxième unité de commande (42), la deuxième unité de commande (42) étant conçue pour recevoir la première grandeur de réglage (u_1) en provenance de la première unité de commande (40)

et pour indiquer une deuxième grandeur de réglage (u_2) sur la base de la première grandeur de réglage (u_1) et sur la base de la déformation mesurée du mât de levage (12), pour le réglage de la vitesse de mouvement du chariot de poussée.

2. Chariot de manutention (10) comportant

- un mât de levage (12) avec un élément de charge (14) destiné à porter une charge (16),
- un chariot de poussée (20) agissant sur le mât de levage pour faire avancer et reculer le mât de levage (12),
- au moins un capteur (30) conçu pour mesurer une vitesse réelle du chariot de poussée (20), et
- une unité de commande (40) conçue pour indiquer une vitesse de consigne pour le chariot de poussée (20), pour déterminer un écart de réglage de la vitesse réelle mesurée par l'au moins un capteur (30) par rapport à la vitesse de consigne et pour régler la vitesse de mouvement du chariot de poussée (20) sur la base de l'écart de vitesse déterminé,
- **caractérisé par** au moins un capteur de déformation (50) conçu pour mesurer une déformation du mât de levage (12), l'unité de commande (40) étant en outre conçue pour régler la vitesse de mouvement du chariot de poussée (20) sur la base de la déformation mesurée du mât de levage (12).

3. Chariot de manutention selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le chariot de manutention comporte un groupe hydraulique (18) avec au moins un cylindre hydraulique agissant sur le chariot de poussée (20), dans lequel l'unité de commande est conçue pour commander la vitesse de mouvement du chariot de poussée (20) par modification du flux volumique du liquide hydraulique s'écoulant dans le cylindre hydraulique.

4. Chariot de manutention selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'il** est prévu une pompe hydraulique et/ou au moins une soupape de commande, dans lequel le flux volumique du liquide hydraulique s'écoulant dans le cylindre hydraulique est régulé par la pompe hydraulique et/ou l'au moins une soupape de commande.

5. Procédé de réglage du mouvement d'un chariot de poussée (20) agissant sur un mât de levage (12) d'un chariot de manutention (10), le procédé présentant les étapes suivantes :

- indication d'une vitesse de consigne pour le chariot de poussée (20) par une première unité de commande (40) du chariot de manutention

- (10),
- mesure de la vitesse réelle du chariot de poussée (20) par au moins un capteur (30) du chariot de manutention (10),
 - détermination d'un écart de réglage entre la vitesse réelle et la vitesse de consigne par la première unité de commande (40),
 - indication d'une première grandeur de réglage (u_1) sur la base de l'écart de vitesse déterminé, par la première unité de commande (40),
 - **caractérisé par** la mesure d'une déformation du mât de levage (12) par au moins un capteur de déformation (50), la réception de la première grandeur de réglage (u_1) provenant de la première unité de commande (40) par une deuxième unité de commande (42) et l'indication d'une deuxième grandeur de réglage (u_2) sur la base de la première grandeur de réglage (u_1) et sur la base de la déformation mesurée du mât de levage (12) par la deuxième unité de commande (42),
 - réglage de la vitesse de mouvement du chariot de poussée (20) sur la base de la deuxième grandeur de réglage (u_2).
6. Procédé de réglage du mouvement d'un chariot de poussée (20) agissant sur un mât de levage (12) d'un chariot de manutention (10), le procédé présentant les étapes suivantes :
- indication d'une vitesse de consigne pour le chariot de poussée (20) par une unité de commande (40) du chariot de manutention (10),
 - mesure de la vitesse réelle du chariot de poussée (20) par au moins un capteur (30) du chariot de manutention (10),
 - détermination d'un écart de réglage entre la vitesse réelle et la vitesse de consigne par l'unité de commande (40),
 - réglage de la vitesse de mouvement du chariot de poussée (20) sur la base de l'écart de vitesse déterminé, par l'unité de commande (40),
 - **caractérisé par** la mesure d'une déformation du mât de levage (12) par au moins un capteur de déformation (50) et par le réglage du mouvement du chariot de poussée (20) par l'unité de commande (40) sur la base de la déformation mesurée du mât de levage (12).
7. Procédé selon la revendication 5 ou 6, **caractérisé en ce que** le réglage de la vitesse de mouvement du chariot de poussée (20) est effectué par modification du flux volumique du liquide hydraulique s'écoulant dans un cylindre hydraulique, le cylindre hydraulique agissant sur le chariot de poussée (20) .
8. Procédé selon l'une des revendications 5 à 7, **caractérisé en ce que** le flux volumique du liquide hy-

draulique s'écoulant dans le cylindre hydraulique est réglé par une pompe hydraulique et/ou par au moins une soupape de commande.

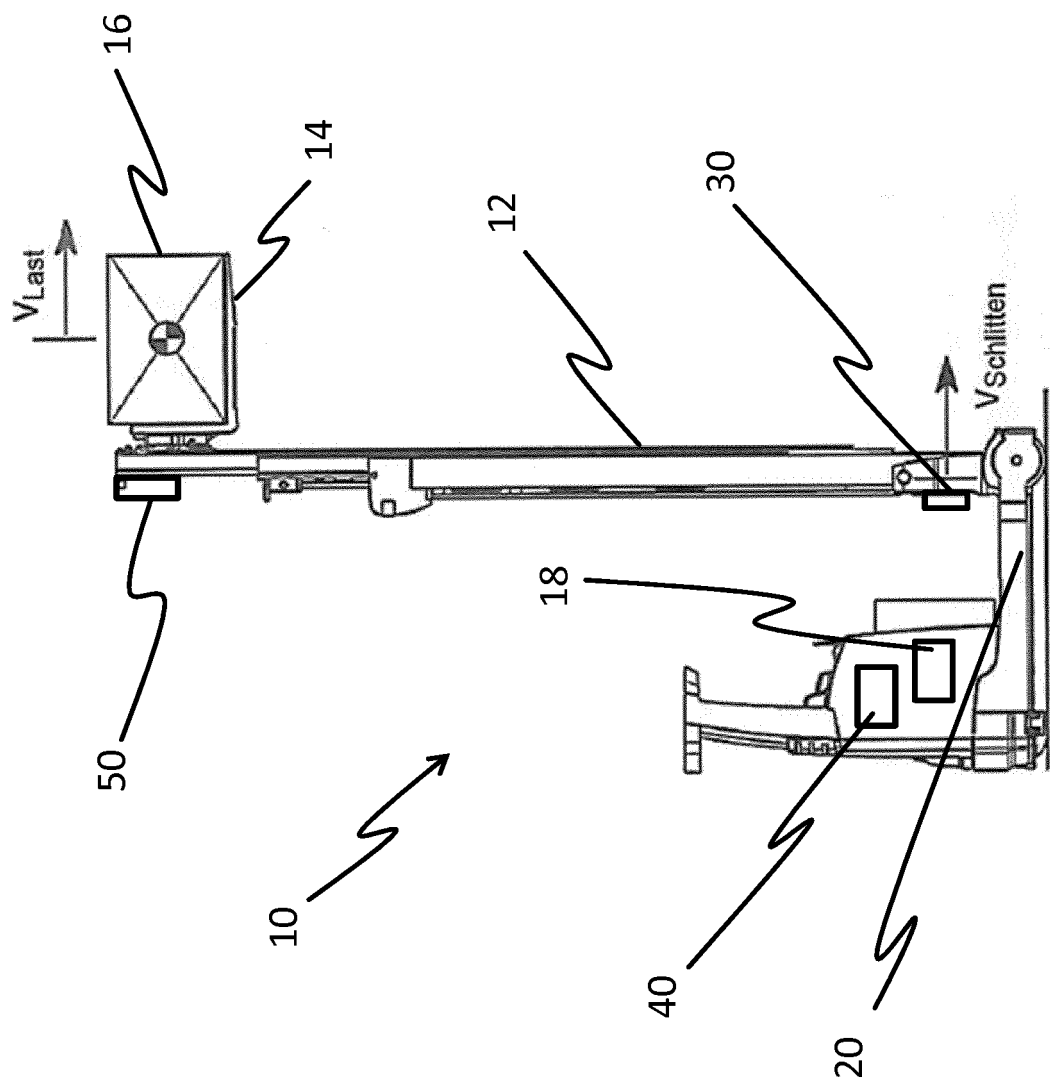


Fig. 1

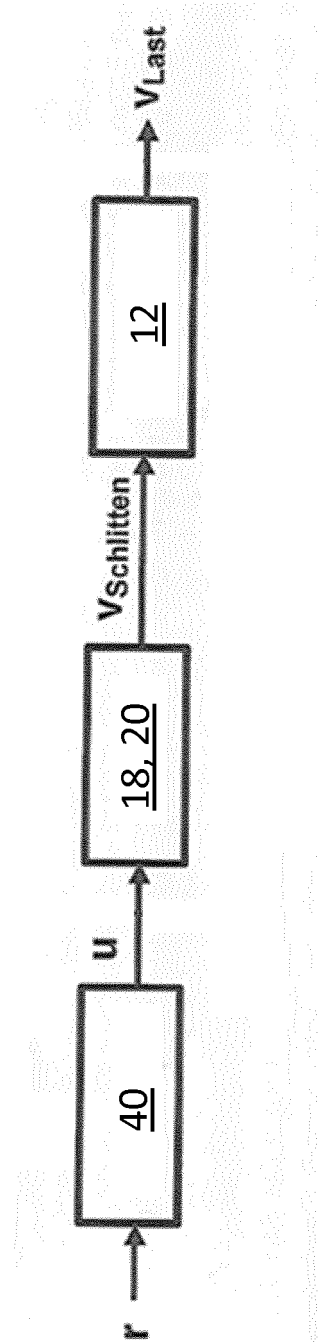


Fig. 2

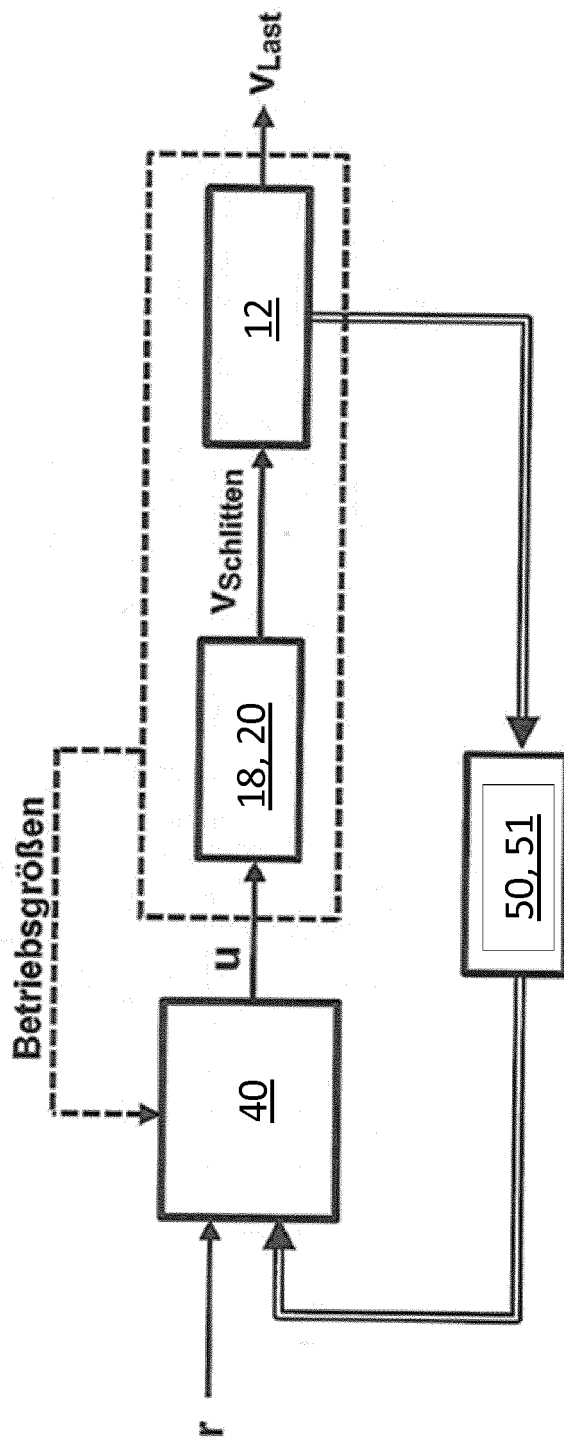


Fig. 3

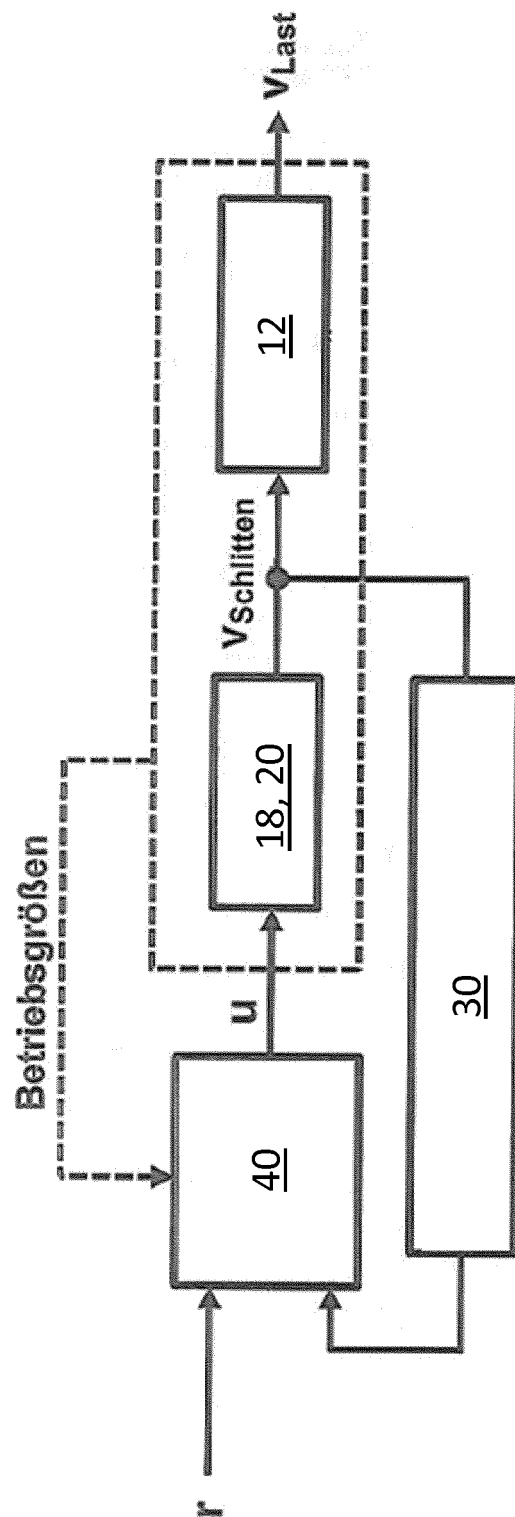


Fig. 4

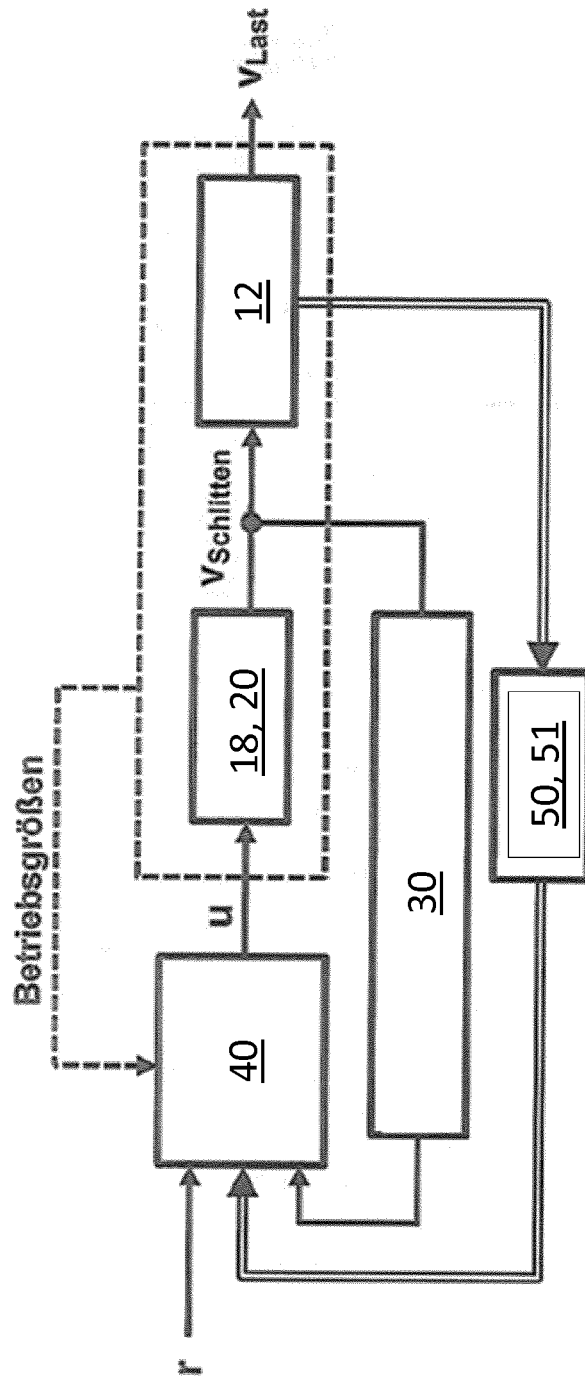


Fig. 5

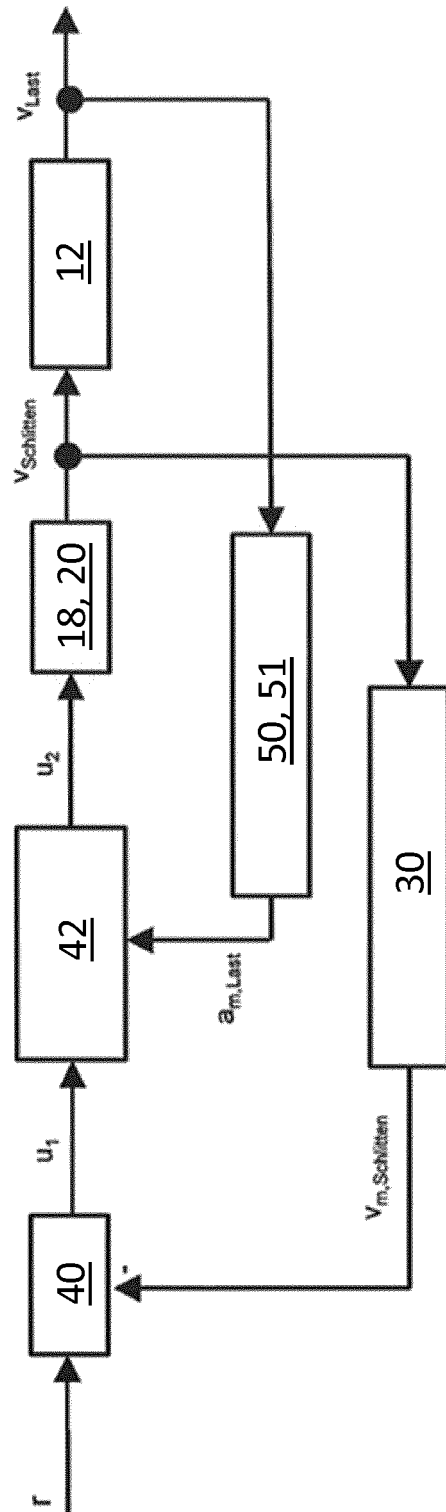


Fig. 6

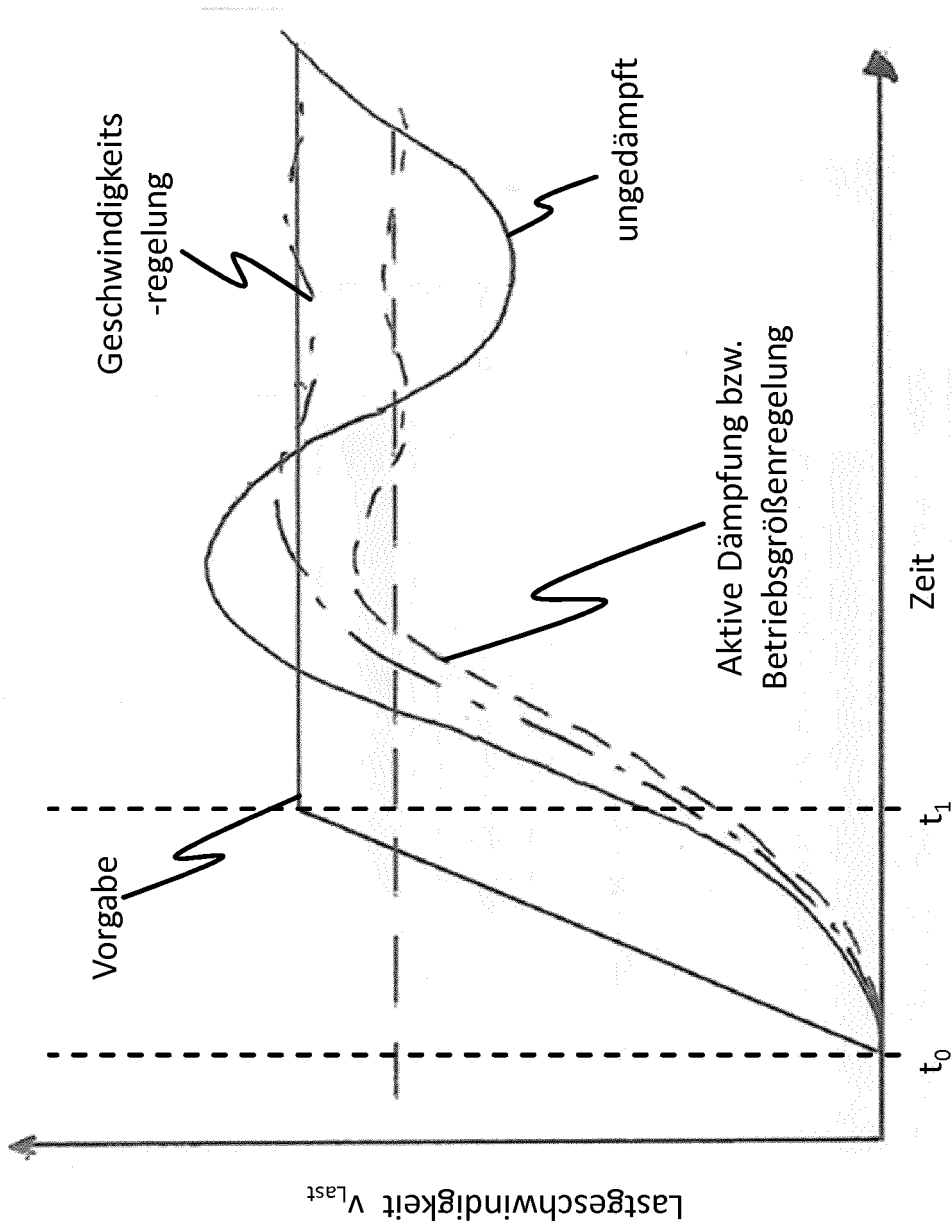


Fig. 7

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 2008006928 A1 [0003]
- DE 102007024817 A1 [0004]
- EP 1975114 A1 [0004]
- DE 102006012982 A1 [0004]
- DE 102014115152 A [0004]