



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
23.11.2016 Patentblatt 2016/47

(51) Int Cl.:
G05G 5/03^(2008.04) G05G 9/047^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **16168831.2**

(22) Anmeldetag: **10.05.2016**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA MD

(72) Erfinder:
• **Andersen, Henrik**
B-9000 Gent (BE)
• **Vloemans, Eric**
B-2250 Olen (BE)
• **Boving, Marko**
B-2610 Antwerpen (BE)

(30) Priorität: **11.05.2015 DE 102015107364**
09.05.2016 DE 102016108472

(74) Vertreter: **Hannke, Christian**
Hannke Bittner & Partner
Patent- und Rechtsanwälte mbB
Prüfeninger Straße 1
93049 Regensburg (DE)

(71) Anmelder: **GRAMMER AG**
92224 Amberg (DE)

(54) **STEUERSYSTEM FÜR FAHRZEUGE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Steuersystem für Fahrzeuge, insbesondere Nutzfahrzeuge, umfassend ein entlang einer ersten Systemachse angeordnetes Steuerhebelelement, wobei die erste Systemachse in einem Referenzpunkt starr mit einer zweiten Systemachse und einer dritten Systemachse verbunden ist, wobei ausgehend von einer Grundstellung des Steuersystems das Steuersystem mittels einer Drehung um den Referenz-

punkt auslenkbar ist, wobei mit mindestens einer der zweiten oder dritten Systemachse mindestens ein Aktorelement zum aktiven Bewegen der jeweiligen Systemachse und/ oder mindestens ein Rückstellelement zum Rückstellen der jeweiligen Systemachse in die Grundstellung des Steuersystems jeweils mittels eines oberen Endes einer Längsachse verbunden ist.

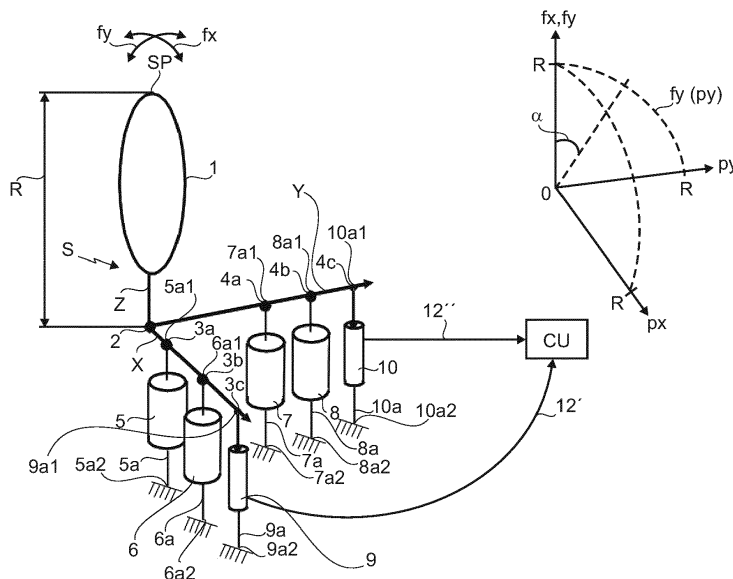


Fig. 2a

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Steuersystem für Fahrzeuge, insbesondere Nutzfahrzeuge, umfassend ein entlang einer ersten Systemachse angeordnetes Steuerhebeelement, wobei die erste Systemachse in einem Referenzpunkt starr mit einer zweiten Systemachse und einer dritten Systemachse verbunden ist, wobei ausgehend von einer Grundstellung des Steuersystems das Steuersystem mittels einer Drehung um den Referenzpunkt auslenkbar ist.

[0002] Fahrzeuge, die mit mehreren bewegbaren Elementen im Sinne von Funktionsbauteilen oder -baugruppen ausgestattet sind, verfügen herkömmlicherweise über ein Steuersystem und Steuerelemente zur Ansteuerung dieser bewegbaren Elemente. Beispiele für solche Fahrzeuge sind etwa ein Gabelstapler oder ein Traktor. Als ein weiteres Beispiel sei hier noch ein Bagger als Aushubmaschine genannt, wie er bekanntermaßen für Erdaushubarbeiten verwendet wird.

[0003] Dieser Bagger verfügt (siehe auch Figuren 1a und 1b) zum Beispiel über vier bewegbare Elemente: eine Fahrzeugkabine, die nach links und nach rechts verschwenkbar ist, ein an der Fahrzeugkabine verschwenkbar angeordneter erster Auslegerarm, ein am ersten Auslegerarm verschwenkbar angeordneter zweiter Auslegerarm, und schließlich eine am zweiten Auslegerarm verschwenkbar angeordnete Baggerschaufel. Die letztgenannten drei Elemente sind bevorzugt nach oben und nach unten verschwenkbar angeordnet. Es sind also insgesamt pro Element zwei verschiedene gerichtete Bewegungen möglich, also insgesamt acht.

[0004] Zur Ansteuerung von bewegbaren Elementen bzw. deren Bewegungsfunktionen sind aus dem Stand der Technik sogenannte Joysticks oder auch Steuerknüppel oder auch Steuerhebeelemente bekannt, welche einem Gangschalt- hebel aus dem PKW ähneln und vom Benutzer des Fahrzeugs (Fahrzeugführer), beispielsweise eines Baggers (Baggerführer) manuell bedienbar innerhalb der Fahrzeugkabine angeordnet sind. Diese sind, beispielsweise durch die Muskelkraft des Fahrers, von einer Ausgangsstellung (Grundstellung, Neutralstellung) nach links und nach rechts sowie nach vorne und nach hinten verschwenkbar angeordnet.

[0005] Die Norm ISO 10968 befasst sich zum Beispiel mit der Zuordnung der Eingangsbewegungen bzw. Grundfunktionen des Steuerknüppels zu den Ausgangsbewegungen bzw. Maschinenfunktionen des Baggers. Dieser Norm sind auch die Abbildungen gemäß den Figuren 1a und 1b entnommen.

[0006] Zu sehen ist aus Sicht eines Baggerführers die Kommandoübersicht in einem Bagger aus dem Stand der Technik, in dem ein mit der linken Hand bedienbarer Joystick 25a und ein mit der rechten Hand bedienbarer Joystick 25b angeordnet sind. Beide Joysticks 25a, 25b können von einer Grundstellung, in der die Mittelachse der Joysticks 25a, 25b senkrecht zur Bildebene angeordnet ist, jeweils nach vorne v bzw. nach hinten h sowie nach links l und nach rechts r verschwenkt werden. Diesen Eingangsbewegungen v, h, l, r sind jeweils Ausgangsbewegungen der am Fahrzeug 13 angeordneten bewegbaren Elemente 11a, 11 b, 11 c, 11 d zugeordnet.

[0007] Dabei entspricht in diesem Fall das bewegbare Element 11a der Fahrzeugkabine 14, das bewegbare Element 11 b dem ersten Auslegerarm 15, das bewegbare Element 11 c dem zweiten Auslegerarm 16 und das bewegbare Element 11 d der Baggerschaufel 26.

[0008] Der erste Auslegerarm 15 ist mit seinem ersten Ende 15a verschwenkbar an der Fahrzeugkabine 14 angeordnet, wobei am zweiten Ende 15b des ersten Auslegerarms 15 der zweite Auslegerarm 16 mit einem ersten Ende 16a verschwenkbar angeordnet ist. Am zweiten Ende 16b des zweiten Auslegerarms 16 ist wiederum die Baggerschaufel 26 verschwenkbar angeordnet. Während die Fahrzeugkabine 14 um eine Achse verschwenkbar ist, die parallel zur Höhenrichtung 19c des Fahrzeugs 13 angeordnet ist, sind der erste 15 und der zweite Auslegerarm 16 sowie die Baggerschaufel 26 verschwenkbar um Achsen angeordnet, die senkrecht zur Höhenrichtung 9c des Fahrzeugs 13 angeordnet sind.

[0009] Eine Grundstellung der Fahrzeugkabine 14 entspricht generell der Stellung, in der die Längsrichtung 19a der Fahrzeugkabine 14 parallel zur Längsausdehnung des Fahrzeugs 13 bzw. der gezeigten Ketten und mit Blickrichtung des Fahrers in Fortbewegungsrichtung nach vorne angeordnet ist. Ebenfalls sind die Breitenrichtung 19b und die Höhenrichtung 19c des Fahrzeugs 13 veranschaulicht.

[0010] Die folgenden Beschreibungen sind jeweils aus Sicht des Fahrers zu sehen.

[0011] Eine Verschwenkbewegung des linken Joysticks 25a nach links l löst normgemäß ein Verschwenkbewegung 11a1 der Fahrzeugkabine 14 nach links und eine Verschwenkbewegung des linken Joysticks 25a nach rechts r löst normgemäß ein Verschwenkbewegung 11 a2 der Fahrzeugkabine 14 nach rechts aus. Erfolgt eine Verschwenkbewegung des linken Joysticks 25a nach vorne v, wird dem zweiten Auslegerarm 16 eine Verschwenkbewegung 11 c1 nach vorne von der Fahrzeugkabine 14 weg auferlegt, während bei einer Verschwenkbewegung des linken Joysticks 25a nach hinten h eine Verschwenkbewegung 11c2 des zweiten Auslegerarms 16 nach hinten in Richtung Fahrzeugkabine 14 erfolgt.

[0012] Eine Verschwenkbewegung des rechten Joysticks 25b nach links l löst normgemäß ein Verschwenkbewegung 11 d1 der Baggerschaufel 26 nach hinten in Richtung Fahrzeugkabine 14 und eine Verschwenkbewegung des rechten Joysticks 25b nach rechts r löst normgemäß ein Verschwenkbewegung 11d2 der Baggerschaufel 26 nach vorne von der Fahrzeugkabine 14 weg aus. Erfolgt eine Verschwenkbewegung des rechten Joysticks 25b nach vorne v, wird dem

ersten Auslegerarm 15 eine Verschwenkbewegung 11 b2 nach hinten in Richtung Fahrzeugkabine 14 auferlegt, während bei einer Verschwenkbewegung des rechten Joysticks 25b nach hinten h eine Verschwenkbewegung 11 b1 des ersten Auslegerarms 15 nach vorne von der Fahrzeugkabine 14 weg erfolgt.

[0013] Es soll nun ein Steuersystem für ein Steuerhebeelement entwickelt werden, welches mehrere Vorteile aufweist. Zum einen soll die Position des Steuerhebelements hinsichtlich seiner Verschwenkung aus der Ausgangsstellung nach links oder nach rechts bzw. nach vorne oder nach hinten detektierbar sein. Zum anderen soll das Steuerhebelement wieder in seine Ausgangsstellung oder Grundstellung rückführbar sein, wenn der Fahrzeugführer das Steuerhebelement in einer verschwenkten Stellung loslässt, mithin also dessen Muskelkraft nicht mehr auf das Steuerhebelement wirkt. Des Weiteren soll das Steuerhebelement über das Steuersystem aktiv ansteuerbar und/oder programmierbar ansteuerbar sein; das heißt, dass ohne Einwirken der Muskelkraft das Steuerhebelement aus der Ausgangsstellung nach links oder nach rechts bzw. nach vorne und/oder nach hinten verschwenkbar sein soll, wobei hier bevorzugt die Abfolge der Bewegungsabläufe vorprogrammierbar sein soll.

[0014] Die Aufgabe der Erfindung wird gelöst von einem Steuersystem für Fahrzeuge, insbesondere Nutzfahrzeuge, umfassend ein entlang einer ersten Systemachse angeordnetes Steuerhebeelement, wobei die erste Systemachse in einem Referenzpunkt starr mit einer zweiten Systemachse und einer dritten Systemachse verbunden ist, wobei ausgehend von einer Grundstellung des Steuersystems das Steuersystem mittels einer Drehung um den Referenzpunkt auslenkbar ist, wobei mit mindestens einer der zweiten oder dritten Systemachse mindestens ein Aktorelement zum aktiven Bewegen der jeweiligen Systemachse und/ oder mindestens ein Rückstellelement zum Rückstellen der jeweiligen Systemachse in die Grundstellung des Steuersystems jeweils mittels eines oberen Endes einer Längsachse verbunden ist.

[0015] Es werden also aktive Kraftgeneratoren oder aktive Rückstellkraftgeneratoren, mithin Aktorelemente, und passive Rückstellkraftgeneratoren, mithin Rückstellelemente, mit dem Steuerhebelement verbunden.

[0016] Eine Drehung des Steuerhebelements um den Referenzpunkt bedingt dabei aufgrund der starren Verbindung der ersten Systemachse mit der zweiten und der dritten Systemachse automatisch eine Drehung des gesamten Systems um den Referenzpunkt. Bevorzugt sind die zweite und die dritte Systemachse ebenfalls starr zueinander angeordnet.

[0017] Dabei ist das Steuersystem ausgehend von der Grundstellung bevorzugt in alle Richtungen auslenkbar. Es sei im Folgenden das vom Referenzpunkt abgewandte Ende der ersten Systemachse als erster Systempunkt definiert, wobei auch jeder andere Punkt auf der ersten Systemachse für die Betrachtung herangezogen werden könnte. Das Steuersystem und mit ihm der erste Systempunkt kann also bevorzugt eine Auslenkung um die zweite Systemachse und/ oder eine Auslenkung um die dritte Systemachse erfahren, und zwar sowohl hinsichtlich einer positiven (entspricht einer Drehung nach vorne) als auch einer negativen Drehung (entspricht einer Drehung nach hinten) um die jeweilige Systemachse. Ferner ist bevorzugt eine Superposition der beschriebenen Auslenkungen möglich.

[0018] Dabei ist bevorzugt eine Drehung des ersten Systempunktes ausgehend von der Grundstellung in einem Bereich von +90° und -90° um die zweite und auch um die dritte Systemachse möglich. Weiter bevorzugt ist diese Drehung stufenlos möglich.

[0019] Die vorstehenden Erläuterungen gelten natürlich auch für die Betrachtung, wonach ein beliebiger Punkt auf der zweiten oder dritten Systemachse als zweiter bzw. dritter Systempunkt definiert und analog die Auslenkung um die erste und dritte oder um die erste und zweite Systemachse betrachtet würde. Weiter sei erwähnt, dass statt einer Verschwenkbewegung auch eine Translationsbewegung des Steuerhebelements in die genannten Richtungen denkbar ist; im Folgenden wird die Erfindung jedoch anhand der Verschwenkbewegung erläutert.

[0020] Die Auslenkung des Systems, mithin die Bewegung um den Referenzpunkt kann ermittelt werden, indem beispielsweise die Bewegungsgleichungen des ersten Systempunktes aufgestellt werden. Diese bilden eine Bewegung des ersten Systempunktes um den Referenzpunkt und um eine der Systemachsen auf einer Kreisbahn mit Radius = R ab, wobei R der Abstand des ersten Systempunktes zum Referenzpunkt ist.

[0021] Beispielsweise findet eine Drehung des ersten Systempunktes ausschließlich um die dritte Systemachse und damit bevorzugt in der Ebene statt, welche durch die erste und die zweite Systemachse aufgespannt ist. Dann ist $f_x(p_x)$ die Bewegungsgleichung des ersten Systempunktes, wobei der Funktionswert $f_x(p_x)$ die Koordinaten des ersten Systempunktes in Bezug auf die erste Systemachse und p_x die Koordinaten des ersten Systempunktes in Bezug auf die zweite Systemachse abbilden. Für $f_x(p_x)$ und p_x gilt jeweils, dass sie in den Grenzen von 0 bis R liegen.

[0022] Die entsprechende Bewegungsgleichung f_x des ersten Systempunktes kann demnach mit folgender Gleichung beschrieben werden:

$$f_x(p_x) = \pm \sqrt{R^2 - p_x^2}$$

[0023] Die Bewegungsgleichung $f_y(p_y)$ des ersten Systempunktes hinsichtlich dessen Drehung ausschließlich um die zweite Systemachse und damit bevorzugt in der Ebene, welche durch die erste und die dritte Systemachse aufgespannt

ist, lässt sich für den Fachmann analog dazu herleiten.

[0024] Die Pfeile gemäß den Figuren 2a und 2b sowie das dreidimensionale Koordinatensystem gemäß Fig. 2a veranschaulichen diese Bewegungsgleichungen $f_x(px)$ und $f_y(py)$. Dabei ist die Achse p_x parallel zur zweiten Systemachse X, die Achse p_y parallel zur dritten Systemachse Y und die Achse f_x , f_y parallel zur ersten Systemachse Z angeordnet. Ferner ist gemäß Fig. 2a der Abstand R vom ersten Systempunkt SP zum Referenzpunkt 2 gezeigt.

[0025] Dem Fachmann obliegt es ferner, diese Bewegungsgleichungen in Abhängigkeit des Verschwenkwinkels der ersten Systemachse abzubilden, wobei der Tangens dieses Verschwenkwinkels jeweils dem Quotienten aus p_x und $f_x(px)$ sowie aus p_y und $f_y(py)$ entspricht. Exemplarisch ist hier für eine Verschwenkung f_y um die zweite Systemachse X ein Verschwenkwinkel α an einer beliebigen Stelle eingezeichnet.

[0026] Gleichermaßen lässt sich eine Superpositionsgleichung $f_{xy}(p_x, p_y) = f_x(px) + f_y(py)$ für eine kombinierte Bewegung herleiten.

[0027] Mit dem erfindungsgemäßen System ist ferner dafür gesorgt, dass die betreffende Systemachse mittels des Aktorelements aktiv angesteuert, mithin eine Fremdsteuerung der Maschine ohne notwendiges Eingreifen des Fahrzeugführers realisiert werden kann.

[0028] Gleichzeitig ist es möglich, die Systemachse automatisch und ohne Eingreifen eines aktiven oder anzusteuern Elements wieder in die Grundstellung zurückzuführen. Die Rückführung erfolgt bevorzugt dann, wenn keine Kraft mehr anliegt, die eine Auslenkung der Systemachse(n) bewirkt. Diese Kraft ist also zum Beispiel die Muskelkraft des Fahrzeugführers oder die durch das Aktorelement bereitgestellte Kraft.

[0029] Es sei erwähnt, dass das erfindungsgemäße Steuersystem bevorzugt mittels einer durch das Steuerhebeelement initiierten Drehung um den Referenzpunkt auslenkbar ist. Dies ist dann der Fall, wenn der Fahrzeugführer das Steuerhebeelement manuell bewegt. Möglich ist aber auch, dass die Drehung von einem oder mehreren mit der zweiten und/ oder dritten Systemachse verbundenen Aktorelemente initiiert ist. Dies wiederum ist möglich, indem das Aktorelement aktiv eine Bewegung der jeweiligen Systemachse hervorruft.

[0030] Damit das Steuersystem um alle Systemachsen im gleichen Maße auslenkbar ist, hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die erste, die zweite und die dritte Systemachse jeweils senkrecht zueinander angeordnet sind.

[0031] Vorteilhaft sei die Grundstellung des Steuersystems vordefinierbar und gekennzeichnet als die Stellung, die dann vorliegt, wenn keine der drei Systemachsen eine Auslenkung erfährt, mithin auch die Grundstellung der ersten, zweiten und dritten Systemachse vorliegt, und wenn die Rückstellelemente keine Rückstellarbeit leisten oder keine Rückstellarbeit mehr leisten. Beispielsweise entspricht die Grundstellung des Steuersystems der Stellung, in der die erste Systemachse in Höhenrichtung, die zweite Systemachse in Längsrichtung und die dritte Systemachse in Breitenrichtung einer Fahrerkabine des Fahrzeugs angeordnet sind.

[0032] Eine bevorzugte Ausführungsform sieht vor, dass mit mindestens einer der zweiten oder dritten Systemachse mindestens eine Messeinrichtung zum Messen der Position der zweiten und/ oder der dritten Systemachse jeweils mittels eines oberen Endes einer Längsachse verbunden ist.

[0033] Die Messeinrichtung erfasst bevorzugt die Auslenkung der jeweiligen Systemachse. Bei vordefiniertem Abstand des oberen Endes der Längsachse der Messeinrichtung zum Referenzpunkt kann somit der Winkel bestimmt werden, um den die jeweilige Achse ausgelenkt worden ist. Durch Superposition der Bewegungsgleichungen der verschiedenen Achsen wie oben beschrieben kann ferner die Gesamtauslenkung des Systems berechnet werden.

[0034] Bevorzugt ist mindestens eine der Längsachsen mit der jeweiligen mit ihnen verbundenen Systemachse hinsichtlich einer Translationsbewegung entlang der mindestens einen Längsachse starr verbunden und hinsichtlich einer Rotationsbewegung um die jeweilige mit ihnen verbundene Systemachse beweglich verbunden.

[0035] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird im Folgenden auch der Begriff "Elemente" verwendet, wenn von den Aktorelementen und/ oder Rückstellelementen und/ oder den Messeinrichtungen die Rede ist.

[0036] Die Freiheitsgrade der Elemente sind also bevorzugt dahingehend eingeschränkt, dass eine Verschiebung zwischen dem oberen Ende der Längsachse und der mit ihnen verbundenen Systemachse nicht möglich ist. Eine auf die Elemente eingeleitete Bewegung ausgehend vom restlichen Steuerungssystem wird also das obere Ende ihrer Längsachse und die mit diesem oberen Ende starr verbundenen Elemente mit verschieben. Mithin gilt, dass eine Rotation der jeweiligen Systemachse um den Referenzpunkt oder auch um eine der anderen beiden Systemachsen den oberen Punkt der Längsachse der mit ihnen verbundenen Elemente in Abhängigkeit von dem Ausmaß der Auslenkung und der Position des Elements relativ zum Referenzpunkt verschiebt.

[0037] Eine Eigenrotation der jeweiligen Systemachse, also eine Rotation der jeweiligen Systemachse um sich selbst, hat bevorzugt allerdings keinen Einfluss auf die Position der Längsachsen der mit ihr verbundenen Elemente. Ein Verdrehen der Systemachsen gegenüber den oberen Enden der Längsachsen der Aktorelemente und/ oder Rückstellelemente ist bevorzugt also möglich. Dies ist bevorzugt realisiert, indem die Verbindungsstelle zwischen dem oberen Ende der Längsachse der Aktorelemente und/ oder Rückstellelemente und der jeweiligen Systemachse als Kugelgelenk oder als eine entlang der jeweiligen Systemachse ausgerichteten Gleithülse mit entsprechendem Spiel ausgestaltet ist.

[0038] Weiterhin bevorzugt sind die Längsachsen der Elemente mit der mit ihnen verbundenen Systemachse hinsichtlich einer Translationsbewegung entlang dieser Systemachse jeweils starr verbunden, mithin also entlang dieser

Systemachse nicht-verschiebbar angeordnet. Eine weitere bevorzugte Ausführungsform sieht vor, dass die Längsachsen der Elemente diesbezüglich verschiebbar angeordnet sind.

[0039] Ferner ist es bevorzugt, wenn das zweite Ende der Längsachsen der Elemente verschiebblich entlang der Längsachse gelagert ist. Weiter bevorzugt ist ansonsten mindestens einer, bevorzugt alle restlichen Freiheitsgrade gesperrt, was beispielsweise durch eine Gleitbuchse, in welcher das zweite Ende der Längsachse verschiebbar gelagert ist, realisiert werden kann. Insbesondere ist es bevorzugt, dass bei maximaler Auslenkung nach oben und bei maximaler Auslenkung nach unten die Längsachse zumindest teilweise zwischen einem oberen und einem unteren Ende der Gleitbuchse angeordnet ist. Ferner kann es vorteilhaft sein, einen oberen und/ oder unteren Endanschlag anzuordnen, welcher beispielsweise durch zwei starr mit der Längsachse verbundene und auf dieser außerhalb der Gleitbuchse angeordnete Stoppscheiben realisiert werden kann, welche das Erreichen des entsprechenden Endanschlags durch Kontakt der jeweiligen Stoppscheibe mit dem entsprechenden oberen oder unteren Ende der Gleitbuchse gewährleisten.

[0040] Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt, wenn in einer Grundstellung der zweiten Systemachse die Längsachsen des mit der zweiten Systemachse verbundenen Aktorelements, Rückstellelements und der Messeinrichtung jeweils parallel zueinander und/ oder senkrecht zur zweiten Systemachse angeordnet sind.

[0041] Durch die beschriebene Anordnung senkrecht zur zweiten Systemachse ist sichergestellt, dass eine Auslenkung der zweiten Systemachse mit dem größtmöglichen Übersetzungsverhältnis in eine Auslenkung des oberen Endes der Längsachsen des Aktorelements, Rückstellelements und der Messeinrichtung umgewandelt wird, was unter anderem die Messungenauigkeit reduziert. Ferner kann durch die erläuterte parallele Anordnung der Längsachsen der Bauraum optimal ausgenutzt werden. Außerdem erlaubt dies eine möglichst einfache Umrechnung der Auslenkung der Messeinrichtung zu der Auslenkung des Aktorelements oder des Rückstellelements.

[0042] Aus den gleichen Gründen hat sich als vorteilhaft herausgestellt, wenn in einer Grundstellung der dritten Systemachse die Längsachsen des mit der dritten Systemachse verbundenen Aktorelements, Rückstellelements und der Messeinrichtung jeweils parallel zueinander und/ oder senkrecht zur dritten Systemachse angeordnet sind.

[0043] Es hat sich ferner als vorteilhaft herausgestellt, wenn das erste und/ oder das zweite Aktorelement als Magnetantriebsselement ausgestaltet ist, welches einen beweglich zu einer ersten Spule angeordneten und mit der Längsachse des Aktorelements starr verbundenen Magneten umfasst, wobei eine Position des Magneten relativ zur ihn konzentrisch umgebenden ersten Spule mittels einer Änderung einer Stromstärke eines die erste Spule durchfließenden Stroms zumindest in Richtung der Längsachse des Aktorelements veränderbar ist.

[0044] Durch die Änderung der Position des Magneten erfahren damit auch die Längsachse des Aktorelements und insbesondere damit ihr oberer Endpunkt eine Änderung der Position, welche vorteilhaft in Richtung der Längsachse des Aktorelements erfolgt. Diese Positionsänderung des oberen Endpunkts eines Magnetantriebsselements wird ferner aufgrund der beschriebenen Freiheitsgrade des Steuersystems in eine Positionsänderung der mit dem jeweiligen Aktorelement verbundenen Systemachse übertragen.

[0045] Dabei sind die Änderung der Stromstärke und damit auch die Positionsänderung des Magneten genau bestimmbar, was ein gezieltes Eingreifen des Aktorelements in das Steuersystem gewährleistet. Ferner können Programme erstellt werden, welche in der Steuereinrichtung des Steuersystems abgelegt werden und vordefinierte und/ oder signalabhängige Bewegungsabläufe des Magnetantriebsselements abbilden.

[0046] Demnach ist es vorteilhaft, wenn das erste und/ oder zweite Aktorelement mittels eines entsprechenden ersten Signals einer Steuerungseinrichtung des Steuersystems ansteuerbar ist. Bevorzugt sind also insbesondere Bewegungen des ersten und/ oder des zweiten Aktorelements entlang der jeweiligen Längsachse durch das erste Signal der Steuerungseinrichtung des Steuersystems programmierbar ausführbar.

[0047] Ferner ist der Strom bevorzugt auch abschaltbar, so dass beispielsweise im Falle einer eingeleiteten Kraft aufgrund einer manuellen Betätigung des Steuersystems ausgehend vom Steuerhebelelement keine in diesem Fall unerwünschte Gegenkraft seitens des Magnetantriebsselements aufgebaut wird.

[0048] Diese Anordnung (wie gemäß den Fig. 5a, 5b, 5c gezeigt) stellt jedoch lediglich ein Beispiel dar; alternativ können statt des Magneten oder des Magnetantriebsselements weitere programmierbare Kraftgeneratoren verwendet werden (z.B. Luftdrucksysteme oder Hydrauliksysteme mit ansteuerbaren Ventilen, Servomotoren, Linear-Elektromotoren, einfache Magnete, Drehstrommotoren etc.). Es muss lediglich dafür gesorgt sein, dass die Längsachsen der Elemente wie oben beschrieben programmierbar und/oder vorbestimmbar und/oder steuerbar verschoben werden können.

[0049] Es kann also das gesamte System entweder eine Bewegung des Steuerhebelelements auf die genannten Elemente übertragen oder aber eine Bewegung des Aktorelements (programmiert) erzeugt werden, welche eine Bewegung des Steuerhebelelements zur Folge hat. Somit kann das aktive System (Aktorelement) das passive System (Rückstellelement) beispielsweise durch Hinzufügen oder Reduzieren von Kraft unterstützen.

[0050] Damit ist zum einen wie erwähnt die Programmierung von Bewegungsabläufen möglich, welche mittels des aktiven Kraftgenerators auf das Steuerhebelelement übertragen werden. Es ist also möglich, dass der Baggerführer eine andere Arbeit ausführt, während sich die Baggerschaufel beispielsweise automatisch und vorprogrammiert wiederholt von oben nach unten bewegt oder sich die Fahrerkabine nach Ablauf einer bestimmten Bewegungsfolge der

Baggerschaufel von links nach rechts dreht.

[0051] Der Fahrer kann außerdem vor einer möglichen, ihm momentan nicht bewussten Gefahr gewarnt werden, indem durch das aktive System eine Vibration des Steuerhebelelements oder eine Sperrung einer Bewegung des Steuerhebelelements in zumindest eine Richtung ausgeführt wird. Dies ist dann von Vorteil, wenn der Fahrer mit der Baggerschaufel, welche durch das Steuerhebelelement bewegt wird, gegen ein festes Hindernis stößt, worauf die Bewegung der Baggerschaufel gestoppt wird. Drückt der Baggerfahrer das Steuerhebelelement weiterhin in die gleiche Richtung, wird anhand des Steuerungssystems erkannt, dass die Kraft zur Ausübung dieser Bewegung immer größer wird, bis sie schließlich eine vorbestimmbare Obergrenze überschreitet. Daraufhin schickt das Steuerungssystem einen Befehl, die Induktivität der ersten Spule im aktiven Kraftgenerator zu ändern, um somit der Muskelkraft des Baggerführers wie oben beschrieben eine aktive Kraft entgegenzusetzen, und beispielsweise die Bewegung in die für die Baggerschaufel schädliche Richtung zum Hindernis hin zu sperren. Denkbar wäre hier aber ebenfalls eine bloße Vibrationsbewegung des Steuerhebelelements als Warnung an den Baggerführer.

[0052] Weiterhin gibt es Bewegungsabläufe des Steuerhebelelements, welche auf einem ersten Abschnitt mit wenig Kraftaufwand und auf einem letzten Abschnitt mit hohem Kraftaufwand verbunden sind. Hier kann das aktive System das passive System durch Bereitstellen von Zusatzkräften zumindest auf dem letzten Abschnitt unterstützen und dem Baggerführer die Arbeit erleichtern.

[0053] Ferner ist es bevorzugt, dass das erste und/ oder das zweite passive Rückstellelement einen die Längsachse des Rückstellelements ausbildenden Gleitstab umfassen, welcher innerhalb eines hohlzylindrischen Gehäuses entlang seiner Längsachse beweglich gelagert ist, wobei in der Grundstellung des Steuersystems innerhalb des Gehäuses eine zweite obere Scheibe und eine zweite untere Scheibe, zwischen welchen eine Druckfeder unter Vorspannung angeordnet ist, jeweils kontaktierend zum Gehäuse angeordnet sind, und wobei eine erste obere Scheibe benachbart zur zweiten oberen Scheibe und eine erste untere Scheibe benachbart zur zweiten unteren Scheibe jeweils auf einer der Druckfeder abgewandten Seite der zu ihnen benachbarten zweiten Scheibe angeordnet sind, wobei die erste obere und die erste untere Scheibe starr mit dem Gleitstab verbunden sind.

[0054] Ferner ist es bevorzugt, dass das Gehäuse eine obere und eine untere Stirnfläche aufweist, wobei die zweite obere Scheibe mit einem Inneren der oberen Stirnfläche und die zweite untere Scheibe mit einem Inneren der unteren Stirnfläche kontaktierend angeordnet sind, und wobei in einer Grundstellung des Rückstellelements die erste obere Scheibe kontaktierend zur zweiten oberen Scheibe und die erste untere Scheibe kontaktierend zur zweiten unteren Scheibe angeordnet sind.

[0055] Die beiden zweiten Scheiben werden bevorzugt lediglich auf den Gleitstab aufgeschoben, bilden mit diesem jedoch keine Verbindung oder Reibverbindung aus, sondern sind dem Gleitstab gegenüber beweglich und insbesondere verschiebbar gelagert. Auch dem Gehäuse gegenüber sind die beiden zweiten Scheiben bevorzugt beweglich und insbesondere verschiebbar gelagert, liegen jedoch in der Grundstellung des Steuersystems jeweils kontaktierend zu einem Inneren der jeweiligen Stirnfläche an.

[0056] Es versteht sich, dass im hohlzylindrischen Gehäuse Aussparungen an den Stirnflächen des Gehäuses für die Anordnung der Längsachse angeordnet sind. Diese sind bevorzugt kreisförmig ausgestaltet und weisen einen Durchmesser auf, welcher selbstverständlich größer ist als ein Durchmesser des Gleitstabs. Ferner ist es bevorzugt, dass ein Durchmesser der zweiten Scheiben größer ist als der Durchmesser der Aussparungen und als der Durchmesser des Gleitstabs. Weiter bevorzugt ist ein Durchmesser der ersten Scheiben kleiner als ein Durchmesser der Aussparungen und größer als der Durchmesser des Gleitstabs.

[0057] So ist gewährleistet, dass beispielsweise die starr mit dem Gleitstab verbundene erste obere Scheibe die ihr benachbarte zweite obere Scheibe mit nach unten verschieben und zum Gehäuse beabstandet anordnen kann, wenn sich die Längsachse des Rückstellelements beispielsweise durch eine manuelle Betätigung des Fahrzeugführers und einer dementsprechend anliegenden Kraft entlang der Richtung der Längsachse nach unten verschiebt. Der Kontakt zwischen der ersten unteren und der zweiten unteren Scheibe wird dabei unterbrochen. Diese Beschreibung für eine Bewegung der Längsachse nach unten gilt natürlich analog für eine Bewegung der Längsachse nach oben.

[0058] Die zwischen den beiden zweiten Scheiben angeordnete Druckfeder wird in diesem Fall noch stärker komprimiert und baut somit eine Gegenkraft zum Verschieben der Längsachse auf. Liegt die das Verschieben des Gleitstabs auslösende Kraft nicht mehr an, sorgt die Gegenkraft der Druckfeder dafür, dass die Druckfeder sich wieder entspannt und die zweiten Scheiben wieder auseinander gedrückt werden, bis die zweiten Scheiben wieder kontaktierend zum Gehäuse anliegen und insbesondere die Grundstellung der jeweiligen Systemachse vorliegt. Es ist also wie beschrieben ohne Anordnung eines aktiven Elements eine passive Rückführung in die Grundstellung möglich.

[0059] Ferner ist es möglich, eine Art Freilauffunktion für das Rückstellelement vorzusehen und insbesondere die erste obere und die zweite obere Scheibe so anzuordnen, dass sie in Grundstellung des Steuersystems beabstandet zueinander angeordnet sind.

[0060] Es ist weiter bevorzugt, dass die erste und/ oder die zweite Messeinrichtung einen elektrischen Schwingkreis umfassen, welcher mindestens einen Sensor, eine zweite Spule mit einer veränderbaren Länge und einen zur zweiten Spule in Reihe geschalteten Kondensator aufweist, wobei mittels des Sensors eine Änderung der Länge der zweiten

Spule direkt oder indirekt detektierbar und über ein entsprechendes zweites Signal an die Steuerungseinrichtung des Steuersystems übertragbar ist.

[0061] Insbesondere ist hier die Länge der zweiten Spule veränderbar, wenn eine Bewegung der mit der Messeinrichtung verbundenen Systemachse und damit der Längsachse der Messeinrichtung nach oben oder nach unten erfolgt, so dass ein Wert der Änderung der Länge der Spule eindeutig und insbesondere eineindeutig einem Wert einer Auslenkung der Systemachse zugeordnet werden kann.

[0062] Bevorzugt ist die zweite Spule hier als zylinderförmige Luftspule ausgestaltet, deren Länge sehr groß gegenüber dem Durchmesser des Querschnitts der Spule ist.

[0063] Wie in Verbindung mit der Figur 4 nachstehend noch erläutert wird, bewirkt eine Änderung der Länge der Spule eine Änderung der Induktivität und der Resonanzfrequenz des Schwingkreises. Die Bestimmung der veränderten Resonanzfrequenz wird ausgehend von dem Sensorwert mittels der Steuereinrichtung bestimmt und in Bezug auf den dazugehörigen Wert der Verschiebung des Steuersystems bzw. der Systemachse ausgewertet.

[0064] Die Selbstinduktivität einer Spule kann auch durch einen sich in der Spule befindlichen Kern (Eisenkern) verändert werden, da ein solcher magnetischer Leiter den magnetischen Fluss erhöht. Als alternative Ausführungsform des Messsystems ist demnach denkbar, anstatt der mechanischen Komprimierung der Spule in einer mechanisch festen Spule mit konstanter Windungszahl einen Kern verschiebbar anzuordnen. Die Verschiebung des Kerns bewirkt somit eine Änderung des magnetischen Flusses und somit der Induktivität der Spule. Dadurch ergibt sich wiederum eine Änderung der Resonanzfrequenz bzw. eine Änderung der Impedanz der Spule in dem LC-Schwingkreis, wodurch wiederum die Position bzw. die Positionsänderung des Steuerhebelelements bestimmbar ist. Der Kern kann dabei direkt oder indirekt mechanisch mit dem Steuerhebelelement verbunden sein.

[0065] Die restlichen Figuren zeigen:

Fig. 2a den schematischen Aufbau eines erfindungsgemäßen Steuerungssystems gemäß einer ersten Ausführungsvariante;

Fig. 2b den schematischen Aufbau eines erfindungsgemäßen Steuerungssystems gemäß einer weiteren Ausführungsvariante;

Fig. 3 den schematische Aufbau eines Beispiels eines passiven Rückstellelementes;

Fig. 4 den schematische Aufbau eines Beispiels eines verwendeten Schaltkreises für die Messeinrichtung;

Fig. 5a, 5b, 5c den schematischen Aufbau eines Beispiels eines Aktorelements in verschiedenen Ansichten;

Fig. 6 eine grafische Veranschaulichung der Unterstützung bzw. Anleitung des Fahrers durch das Aktorelement.

[0066] Fig. 2a zeigt den schematischen Aufbau eines erfindungsgemäßen Steuerungssystems S gemäß einer ersten Ausführungsvariante. Zu sehen ist ein entlang einer ersten Systemachse Z angeordnetes Steuerhebelelement 1 ("Joy-stick Handle"), wobei an einem unteren Ende der ersten Systemachse Z wiederum ein zentraler Schwenkpunkt ("Central Pivot Point) als Referenzpunkt 2 des Steuersystems S angeordnet ist.

[0067] Die Systemachse Z ist dabei in Höhenausdehnungsrichtung des Steuerhebelelements 1 angeordnet. Vom zentralen Referenzpunkt 2 ausgehend sind eine zweite Systemachse X und eine dritte Systemachse Y in Form von linearen Gleitstäben angeordnet, welche vorliegend sowohl in einem rechten Winkel, also senkrecht zueinander als auch in einem rechten Winkel zur ersten Systemachse Z angeordnet sind.

[0068] Bevorzugt sind dabei die Systemachsen X, Y, Z mittels einer starren Verbindung im Referenzpunkt 2 miteinander verbunden. Ausgehend von der hier gezeigten Grundstellung SG des Steuersystems S ist das Steuersystem S mittels einer Drehung um den Referenzpunkt 2 auslenkbar.

[0069] An der zweiten Systemachse X sind weitere Elemente in Form eines Aktorelements 5 ("X-axis Active Force Generator") und eines Rückstellelements 6 ("X-axis Passive Return Force Generator") angeordnet. Analog dazu sind an der dritten Systemachse Y weitere Elemente in Form eines Aktorelements 7 ("Y-axis Active Force Generator") und eines Rückstellelements 8 ("Y-axis Passive Return Force Generator") angeordnet.

[0070] Dabei sind die gezeigten Aktorelemente 5; 7 zum aktiven Bewegen der jeweiligen Systemachse X, Y und die Rückstellelemente 6; 8 zum Rückstellen der jeweiligen Systemachse X, Y in die Grundstellung SG des Steuersystems S; S' ausgebildet und vorliegend jeweils mittels eines oberen Endes 5a1, 6a1; 7a1, 8a1 einer Längsachse 5a, 6a; 7a, 8a verbunden.

[0071] Dabei sind die Elemente 5, 6, 7, 8 vorliegend im Wesentlichen zylinderförmig ausgebildet, wobei die Mittelachsen 5a, 6a, 7a, 8a der Elemente 5, 6, 7, 8 in der gezeigten Grundstellung SG des Steuersystems S jeweils parallel zueinander

sowie parallel zur ersten Systemachse Z und jeweils senkrecht zu den Systemachsen X, Y angeordnet sind.

[0072] An der zweiten X und an der dritten Systemachse Y mittels Verbindungen 3c und 4c angeordnete Messeinrichtungen 9 ("Spring Based LC-tank for X-Axis position measurement") und 10 ("Spring Based LC-tank for Y-Axis position measurement") sind ebenfalls vorliegend zylindrisch ausgebildet, wobei die Mittelachsen 9a und 10a in der

gezeigten Grundstellung SG jeweils senkrecht zu der zweiten X und der dritten Systemachse Y angeordnet sind.

[0073] Die Messeinrichtungen 9; 10 sind zum Messen der Position der zweiten und/ oder der dritten Systemachse X; Y ausgebildet und mit diesen jeweils mittels eines oberen Endes 9a1, 10a1 einer Längsachse 9a, 10a verbunden.

[0074] Im gezeigten Beispiel weisen die Aktorelemente 5; 7 jeweils einen geringeren Abstand zum Referenzpunkt 2 auf als die auf der gleichen Systemachse X, Y angeordneten Rückstellelemente 6; 8 und Messeinrichtungen 9; 10. Ebenfalls weisen die Rückstellelemente 6; 8 jeweils einen geringeren Abstand zum Referenzpunkt 2 auf als die auf der gleichen Systemachse X, Y angeordneten Messeinrichtungen 9; 10. Je weiter ein zu betrachtender Punkt auf der jeweiligen Systemachse X, Y vom Referenzpunkt 2 entfernt liegt, desto größer ist natürlich die Auslenkung, die der jeweilige Punkt beim Verschwenken der Systemachse X, Y erfährt. Dies gilt natürlich ebenfalls für die Verbindungsstellen 3a, 3b, 3c, 4a, 4b, 4c.

[0075] Die gezeigte Anordnung der Aktorelemente 5, 7 hat den Vorteil, dass der Weg, der durch das Aktorelement 5, 7 zurückgelegt werden muss, um die Systemachsen X, Y aktiv zu bewegen, gering sein und beispielsweise durch ein entsprechendes hohes Drehmoment ausgeglichen werden kann.

[0076] Außerdem reduziert sich die Gefahr eines Messfehlers bei der Bestimmung des Grades der Auslenkung der Systemachsen X, Y durch die Messeinrichtungen 9; 10, da durch deren relativ großen Abstand zum Referenzpunkt 2 eine relativ hohe Auslenkung der Systemachsen X, Y an den jeweiligen Verbindungen 3c, 4c herrscht und der Messfehler sich prozentual weniger auswirkt.

[0077] Die gezeigte Anordnung der Rückstellelemente 6; 8 ist hingegen ein gelungener Kompromiss. Zum einen soll nämlich der Weg, der durch das Rückstellelement 6; 8 zurückgelegt werden muss, um die Systemachsen X, Y passiv in deren Grundstellung zu bewegen, möglichst gering sein, damit die Grundstellung in relativ kurzer Zeit wieder erreicht werden kann. Zum anderen muss natürlich eine genügend hohe Kraft im Rückstellelement 6, 8 während der Auslenkung aufbaubar sein, was beispielsweise durch Verwendung einer entsprechend dimensionierten Druckfeder 34 (siehe Fig. 5) realisiert werden kann.

[0078] Im Gegensatz zur starren Verbindung im Referenzpunkt 2 sind die Verbindungen 3a, 3b, 3c und 4a, 4b, 4c zwischen den Elementen 5, 6, 7, 8, 9, 10 und der zweiten Systemachse X bzw. der dritten Systemachse Y so ausgestaltet, dass bei einer Neigung der jeweiligen Systemachse X, Y die Achsen 5a, 6a, 9a oder 7a, 8a, 10a der mit dieser Systemachse X, Y unmittelbar verbundenen Elemente 5, 6, 9 oder 7, 8, 10 nach unten bzw. nach oben verschoben werden. Werden die Systemachsen X, Y jedoch um sich selbst gedreht, so werden die Achsen 5a, 6a, 9a oder 7a, 8a, 10a der mit dieser Systemachse X, Y unmittelbar verbundenen Elemente 5, 6, 9 oder 7, 8, 10 nicht verschoben.

[0079] Es gilt also, dass die Längsachsen 5a; 6a; 7a; 8a; 9a; 10a mit der jeweiligen mit ihnen verbundenen Systemachse X; Y hinsichtlich einer Translationsbewegung entlang der mindestens einen Längsachse 5a; 6a; 7a; 8a; 9a; 10a starr verbunden und hinsichtlich einer Rotationsbewegung um die jeweilige mit ihnen verbundene Systemachse X; Y beweglich verbunden sind.

[0080] Es ist also dafür gesorgt, dass eine Neigung der jeweiligen Systemachse X, Y auf die mit ihr unmittelbar verbundenen Elemente 5, 6, 9 oder 7, 8, 10 übertragbar ist bzw. dass eine Neigungsbewegung der jeweiligen Systemachse X, Y (also eine Schwenkbewegung der jeweiligen Systemachse X, Y um die jeweils andere jeweiligen Systemachse Y, X) mit einer Translationsbewegung der mit ihr unmittelbar verbundenen Elemente 5, 6, 9 oder 7, 8, 10 gekoppelt ist.

[0081] Gleichzeitig ist eine reine Drehung der jeweiligen Systemachse X, Y um sich selbst auf die mit ihr unmittelbar verbundenen Elemente 5, 6, 9 oder 7, 8, 10 nicht übertragbar bzw. ist eine reine Rotationsbewegung der jeweiligen Systemachse X, Y um sich selbst von einer Bewegung der mit ihr unmittelbar verbundenen Elemente 5, 6, 9 oder 7, 8, 10 entkoppelt.

[0082] Dreht also der Baggerführer das Steuerhebeelement 1 lediglich um die dritte Systemachse Y, so werden die Elemente 7, 8, 10 an der dritten Systemachse Y nicht mitbewegt, wohl aber die Elemente 5, 6, 9 an der zweiten Systemachse X. Gleiches gilt natürlich umgekehrt.

[0083] Es ist aber auch wie beschrieben eine Überlagerung (Superposition) von Bewegungen um die zweite Systemachse X und um die dritte Systemachse Y möglich, welche ebenfalls entsprechend detektiert werden kann. Diese liegt dann vor, wenn das Steuerhebeelement 1 so verschwenkt wird, dass die Verschwenkbewegung weder parallel zur zweiten Systemachse X noch parallel zur dritten Systemachse Y erfolgt.

[0084] Die Elemente 5, 6, 7, 8, 9, 10 sind vorliegend also zum Steuerhebeelement 1 parallel geschaltet, wobei am jeweiligen unteren Ende 5a2, 6a2, 7a2, 8a2, 9a2, 10a2 der Achsen 5a, 6a, 7a, 8a, 9a, 10a vorliegend jeweils ein Festlager angeordnet ist.

[0085] Wie nachfolgend noch erläutert wird, dienen die Elemente 6, 8 dem Bereitstellen einer passiven Rückstellkraft zur Wiederherstellung der Ausgangsstellung bzw. Grundstellung SG des Steuerhebelements 1. Die Elemente 5, 7 dienen dem Bereitstellen einer aktiven Kraft zum programmierten Bewegen des Steuerhebelements 1. Die Elemente

9, 10 dienen zur Positionsmessung hinsichtlich des Grades der Verschwenkung des Steuerhebelelements 1 aus seiner Grundstellung SG.

[0086] Das erfindungsgemäße Steuerungssystem S, S' zeichnet sich also durch ein hohes Maß an Kompaktheit aus.

[0087] Der Aufbau des Steuerungssystems S' gemäß Fig. 2b entspricht dem Aufbau des Steuerungssystems S gemäß Fig. 2a, wobei allerdings keine Messeinrichtungen 9, 10 zu sehen sind.

[0088] Denkbar ist aber, dass die Messeinrichtungen 9, 10 nicht wie in Fig. 2a gezeigt parallel zu den Elementen 6, 8, sondern in Reihe zu diesen Elementen 6, 8, also beispielsweise unterhalb der Aktorelemente 6, 8 angeordnet sind, wobei die gleiche Längsachse für beide Elemente 5 und 9 bzw. 7 und 10 verwendet werden kann. Alternativ ist auch denkbar, die Messeinrichtungen 9, 10 in Reihe zu den Elementen 5 und 7, beispielsweise unterhalb dieser Elemente 5 und 7 anzuordnen. Diese alternativen Schaltungen ändern nichts daran, dass die Auslenkungen der zweiten Systemachse X und/ oder der dritten Systemachse Y detektierbar sind.

[0089] Die Messergebnisse der Elemente 9, 10 können somit als Eingangssignale 12', 12" (schematisch veranschaulicht gemäß Fig. 2a) die Grundlage für die Ansteuerung der Systemachsen X, Y bzw. des Steuerhebelelements 1 durch die Aktorelemente 6, 8 mittels geeigneter Ausgangssignale 56 (siehe Fig. 5a) durch die übergeordnete Steuerungseinrichtung CU sein.

[0090] Fig. 3 zeigt den Aufbau des Rückstellelements 6 aus der Fig. 2a, wobei auch das Rückstellelement 8 wie im Folgenden beschrieben aufgebaut sein kann. Ebenfalls kann die nachfolgende Beschreibung für die Rückstellelemente 6, 8 gemäß Fig. 2b zutreffen.

[0091] Im Wesentlichen umfasst das Rückstellelement 6 einen Gleitstab 31 ("Sliding Rod"), welcher die Längsachse 6a des Rückstellelements 6 ausbildet und innerhalb eines hohlzylindrischen Gehäuses 33 ("Housing") und zu diesem Gehäuse 33 entlang seiner Längsachse 31a beweglich gelagert angeordnet ist. Beide Elemente 31, 33 sind vorliegend zylindrisch ausgebildet, wobei Mittelachsen bzw. Längsachsen 31 a, 33a der Elemente 31, 33 fluchten.

[0092] Innerhalb des Gehäuses 33 ist in der gezeigten Grundstellung 6G des Rückstellelements 6 bzw. der Grundstellung SG des Steuerungssystems S eine Feder 34 in Form einer Spiralfeder bzw. Druckfeder unter Vorspannung ("Preloaded Spring") zwischen einer zweiten oberen Scheibe 32a und einer zweiten unteren Scheibe 32b bzw. Ringen ("Ring") angeordnet. Das Gehäuse 33 weist dabei eine obere 36a und eine untere Stirnfläche 36b auf, wobei die zweite obere Scheibe 32a mit einem Inneren der oberen Stirnfläche 36a und eine zweite untere Scheibe 32b mit einem Inneren der unteren Stirnfläche 36a kontaktierend angeordnet ist.

[0093] Weitere Elemente in Form einer ersten oberen Scheibe 35a und einer ersten unteren Scheibe 35b sind auf dem Stab bzw. Gleitstab 31 starr mit diesem Gleitstab 31 verbunden und begrenzen die Bewegung des Gleitstabs 31 zum Gehäuse 33. Dabei ist die erste obere Scheibe 35a benachbart zur zweiten oberen Scheibe 32a und die erste untere Scheibe 35b benachbart zur zweiten unteren Scheibe 32b jeweils auf einer der Druckfeder 34 abgewandten Seite der zu ihnen benachbarten zweiten Scheibe 32a; 32b angeordnet sind. Darüber hinaus sind in der gezeigten Grundstellung 6G des Rückstellelements 6 die erste obere Scheibe 35a kontaktierend zur zweiten oberen Scheibe 32a und die erste untere Scheibe 35b kontaktierend zur zweiten unteren Scheibe 32b angeordnet.

[0094] Durch die vorliegende Anordnung ist gewährleistet, dass durch eine Bewegung des Gleitstabs 31 nach unten z32 die zweite obere Scheibe 32a die Feder 34 weiter zusammendrückt. Analog dazu bewirkt eine Bewegung des Gleitstabs 31 nach oben z31, dass die zweite untere Scheibe 32b die Feder 34 komprimiert. Diese Bewegungen können wiederum durch die Bewegung des Steuerhebelelements (Bezugszeichen 1 aus Fig. 2) verursacht werden.

[0095] Wenn nun die Kraft, die diese Bewegung jeweils verursacht, nicht mehr anliegt, indem beispielsweise der Baggerführer den Steuerhebel loslässt, wird durch die Vorspannung die Feder 34 wieder auseinandergedrückt; d.h. die Feder 34 entspannt sich innerhalb des Raums zwischen zweiter oberer 32a und zweiter unterer Scheibe 32b und schiebt dabei über die Verbindung zwischen den oberen Scheiben 32a, 35a bzw. den unteren Scheiben 32b, 35b auch den Stab 31 wieder nach oben z31 bzw. nach unten z32. Somit wird eine passive Rückstellkraft zur Rückkehr des Steuerhebelelements (Bezugszeichen 1 aus Fig. 2) bereitgestellt.

[0096] Fig. 4 zeigt den Aufbau 41 eines Messsystems bzw. einer Messeinrichtung 9 zur Bestimmung der Position des Schwenkhebelelements 1 gemäß Fig. 2a, wobei auch das Messsystem bzw. die Messeinrichtung 10 derartig ausgestaltet sein kann. Ebenfalls kann die nachfolgende Beschreibung für die Messeinrichtungen 9, 10 gemäß Fig. 2b zutreffen.

[0097] Die Messeinrichtung 9 umfasst vorliegend einen Stromkreis mit einer Spule 43 ("Conductive Coil (Inductor)"), welche eine veränderbare Länge l' und eine Induktivität L aufweist. Die Spule 43 liegt in dem Fall in Form einer Schraubenfeder vor. Ferner ist ein zur Spule 43 in Reihe geschalteter Kondensator 42 ("Capacitor") mit Kapazität C angeordnet.

[0098] Es liegt also ein elektrischer Schwingkreis LC vor, mithin eine resonanzfähige elektrische Schaltung, die elektrische Schwingungen ausführen kann.

[0099] Bei diesem LC-Schwingkreis wird Energie zwischen dem magnetischen Feld der Spule 43 und dem elektrischen Feld des Kondensators 42 periodisch ausgetauscht, wodurch abwechselnd eine hohe Stromstärke oder eine hohe Spannung vorliegen. Die Frequenz f_0 , mit der sich dieses im ungestörten Fall periodisch wiederholt, ist

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$$

5 (Thomsonsche Schwingungsgleichung).

[0100] Bei der vorliegenden zylinderförmigen Luftspule 43, deren Länge l' sehr groß gegenüber dem Durchmesser des Querschnitts A ist, lässt sich die Induktivität L näherungsweise folgendermaßen bestimmen:

$$10 \quad L = N^2 \cdot \frac{\mu_0 A}{l'} = \frac{N^2}{R_m}$$

mit N = Windungsanzahl der Spule 43, μ_0 = Permeabilitätszahl und R_m = magnetischer Widerstand.

15 **[0101]** Aus beiden Formeln geht also hervor, dass eine Längenänderung $\Delta l'$ der vorliegenden Spule 43 ebenfalls eine Induktivitätsänderung ΔL dieser Spule 43 bewirkt.

[0102] Die Verschiebung bzw. Komprimierung 45 ("Mechanical Deformation of the Conductive Coil") dieser als Feder ausgestalteten Spule 43 funktioniert analog zur Verschiebung bzw. Komprimierung der Feder mit dem Zeichen 34 aus der Fig. 3, so dass insbesondere die Verschiebung der Spule 43 zu einem nicht dargestellten Gehäuse mittels geeigneter Sensoren 44 ("Detector") ermittelt werden kann. Insbesondere kann auch ermittelt werden (beispielsweise durch Anordnung von zwei Sensoren), ob die Komprimierung der Spule 43, also die Längenänderung $\Delta l'$ der Spule 43, durch ein Verschieben des oberen Endes der Spule 43 nach unten oder durch ein Verschieben des unteren Endes der Spule 43 nach oben verursacht wird. Damit kann wiederum auf die Richtung, in die das mit der Messeinrichtung 9 verbundene Steuerhebeelement 1 verschwenkt wird, geschlossen werden.

25 **[0103]** Gemäß Fig. 4 bzw. gemäß obiger Formel bewirkt eine Komprimierung der Spule 43 aber eben auch eine Änderung ΔL der Induktivität L der Spule 43, woraus bei bekannter Kapazität C wiederum auf eine Änderung der Resonanzfrequenz f_0 geschlossen werden kann. Diese Bestimmung der Änderung der Resonanzfrequenz f_0 erlaubt somit letztendlich die Bestimmung der Position bzw. der Positionsänderung des Steuerhebelements 1.

30 **[0104]** Ferner umfasst die Messeinrichtung 9 und deren elektrischer Schwingkreis LC mindestens einen Sensor 44, mittels dem die Änderung $\Delta l'$ der Länge l' der Spule 43 direkt oder indirekt, also beispielsweise über die Änderung ΔL der Induktivität L , detektierbar und über ein entsprechendes zweites Signal 46 an eine gezeigte übergeordnete Steuerungseinrichtung CU des Steuersystems S übertragbar ist.

35 **[0105]** Das passive Rückstellsystem kann dabei durch ein aktives Kraftbereitstellungssystem unterstützt werden. Das dazugehörige Aktorelement 5 kann beispielsweise in Form eines Magnetantriebselements M ausgestaltet sein, wie gemäß den Fig. 5a, 5b und 5c veranschaulicht. Dabei zeigt die Figur 5a eine Draufsicht, Fig. 5b eine Querschnittsansicht durch die in Fig. 5a gemäß den Pfeilen A-A veranschaulichte Ebene und Fig. 5c eine perspektivische Ansicht des Magnetantriebselements M.

40 **[0106]** Vorliegend ist hierbei ein zylindrischer Permanentmagnet 51 ("permanent magnet") innerhalb eines nicht-magnetischen Trägers 53 ("non magnetic carrier") benachbart von magnetischem Material 52 ("magnet flux optimiser (magnetic material)") angeordnet. Um den nicht-magnetischen Träger 53 ist ein magnetischer Ring 54 ("magnetic ring") angeordnet. Innerhalb des nicht-magnetischen Trägers 53 ist eine Spule 55 in Form von elektrisch leitfähigen Windungen ("circular electrically conductive windings") angeordnet. Der Magnet 51 ist beweglich zur ihn konzentrisch umgebenden Spule 55 angeordnet und mit einer nicht gezeigten Längsachse 5a des Aktorelements 5 starr verbunden.

45 **[0107]** Über eine Änderung der Stromstärke eines Stroms, welcher durch die Spule 55 fließt, kann die Position des Magneten 51 zumindest in Richtung der Längsachse 5a des Aktorelements 5 und mit ihm verbundener Elemente geändert werden. Denkbar wäre, dass am Magneten 51 bzw. im Inneren der im Magneten 51 angeordneten Bohrung eine Welle angeordnet und starr mit dem Magneten 51 verbunden ist. Diese Welle kann wie die Achsen 5a, 7a gemäß Fig. 2a/2b angeordnet sein. Eine Bewegung des Magneten 51 kann so auf die Achsen 5a, 7a und damit wie oben beschrieben auf das Steuerhebeelement 1 übertragen werden.

50 **[0108]** Dabei sind Bewegungen des Aktorelements 5 entlang der jeweiligen Längsachse 5a durch ein entsprechendes erstes Signal 56 der Steuerungseinrichtung CU des Steuersystems S mittels einer Steuerung der Stromstärke programmierbar ausführbar.

55 **[0109]** Fig. 6 zeigt einen möglichen Verlauf des Drehmoments T' ("Torque") in Abhängigkeit des Verstellwegs x ("Travel") bzw. des Verschwenkwegs des Steuerhebelements 1 anhand eines Diagramms mit den Achsen T für Drehmoment und x für Verstellweg. Letzterer sei vorliegend der Einfachheit halber gleichzusetzen mit einem Verschwenkwinkel des Steuerhebelements 1.

[0110] Gezeigt sind die Drehmomentgrenzen T^*_{\min} , T^*_{\max} der vorliegenden Anordnung, nämlich ein minimal aufzubringendes Drehmoment T^*_{\min} ("minimum application torque") und ein maximal aufzubringendes Drehmoment T^*_{\max}

("maximum application torque"). Letzteres entspricht mindestens dem doppelten Losbrechmoment T_{bo} ("Break-out Torque"), also dem maximal notwendigen Drehmoment zur Trennung einer bestehenden Haftverbindung. Ein aus der Praxis bekannter Wert für dieses Losbrechmoment (auch Reibmoment genannt) ist typischerweise 1,5 Nm.

5 [0111] Wie zu sehen ist, liegen alle Werte der Beispielkurve T' jeweils zwischen den Graphen (Geraden) für Losbrechmoment T_{bo} und maximal aufzubringendem Drehmoment T^*_{max} . Es steigt gemäß Beispielkurve T' das Drehmoment T zunächst in etwa linear bzw. mit einer geringen Steigung m_1 an.

10 [0112] Bei Erreichen eines gewissen Wegs steigt das Drehmoment T mit einer hohen Steigung m_2 an bis zu einem Maximalwert T_{max} , um dann mit einer ebenso hinsichtlich ihres Betrags hohen negativen Steigung m_3 abzufallen bis zu einem Drehmoment T_{min} , welches vorliegend den niedrigsten Wert innerhalb der Beispielkurve T' aufweist. Anschließend steigt das Drehmoment wieder mit einer starken Steigung m_4 an.

15 [0113] Denkbar ist hier also, dass das aktive Kraftsystem so programmiert ist, dass es je nach zurückgelegtem Weg x bzw. je nach vorliegendem Wegabschnitt entweder dem Fahrer aktiv Kraft entgegengesetzt (siehe Passagen mit Steigungen m_2, m_4) oder den Fahrer aktiv unterstützt (siehe Passagen mit Steigungen m_3). Dies dient einerseits dazu, den Fahrer vor einer Gefahr zu warnen (wie oben beschrieben); es kann aber auch eine Art Information für ihn sein, um ihn mittels der abrupten Drehmomentänderung anzuzeigen, dass nun mit dem Verlassen eines ersten Wegbereichs auch ein erster Arbeitslevel verlassen und mit Betreten eines zweiten Wegbereichs ein zweiter Arbeitslevel begonnen wird. Beispielsweise heißt dies für ihn, dass nun die Lichter am Bagger angeschaltet werden oder werden müssen.

20 [0114] Sämtliche in den Anmeldungsunterlagen offenbarten Merkmale werden als erfindungswesentlich beansprucht, sofern sie einzeln oder in Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu sind.

Bezugszeichenliste

[0115]

25	1	Steuerhebelelement
	2	Referenzpunkt
	3a, 3b, 3c	Verbindungen
	4a, 4b, 4c	Verbindungen
	5, 7	Aktorelement
30	5a, 6a, 7a, 8a, 9a, 10a	Längsachse
	5a1, 6a1; 7a1, 8a1, 9a1, 10a1	oberes Ende
	5a2, 6a2, 7a2, 8a2, 9a2, 10a2	unteres Ende
	6, 8	Rückstellelement
	9, 10	Messeinrichtung
35	11a, 11b, 11c, 1d	bewegbares Element
	11a1, 11 a2, ..., 11d1, 11d2	Verschwenkbewegung
	12', 12"	Signal
	13	Fahrzeug
	14	Fahrzeugkabine
40	15	erster Auslegerarm
	15a, 15b, 16a, 16b	Ende
	16	zweiter Auslegerarm
	19a	Längsrichtung
	19b	Breitenrichtung
45	19c	Höhenrichtung
	25a, 25b	Joystick
	26	Baggerschaufel
	31	Gleitstab
	31a, 33a	Achse
50	32a, 32b	zweite Scheiben
	33	Gehäuse
	34	Druckfeder
	35a, 35b	erste Scheiben
	36a, 36b	Stirnfläche
55	41	Aufbau
	42	Kondensator
	43	zweite Spule
	44	Sensor

45	Komprimierung
46	zweites Signal
51	Magnet
52	magnetisches Material
5 53	nicht-magnetischer Träger
54	magnetischer Ring
55	erste Spule
56	erstes Signal
C	Kapazität
10 CU	Steuerungseinrichtung
f_0	Frequenz
f_x, f_y	Bewegungsgleichungen
$f_x(p_x), f_y(p_y), p_x, p_y$	Koordinaten
h	Eingangsbewegung nach hinten
15 l	Eingangsbewegung nach links
l'	Länge
$\Delta l'$	Änderung der Länge
L	Induktivität
ΔL	Änderung der Induktivität
20 LC	Schwingkreis
M	Magnetantriebsselement
m_1, m_2, m_3, m_4	Steigung
N	Windungszahl
r	Eingangsbewegung nach rechts
25 v	Eingangsbewegung nach vorne
R	Abstand
R_m	magnetischer Widerstand
S, S'	Steuersystem
SG, XG, YG, 6G; 8G	Grundstellung
30 SP	Systempunkt
T	Drehmoment
T'	Beispielkurve
T_{min}, T_{max}	Extremum des Drehmomentverlaufs
T^*_{min}, T^*_{max}	Drehmomentgrenze
35 T_{bo}	Losbrechmoment
x	Verstellweg
X, Y, Z	Systemachsen
Z31	Bewegung nach oben
Z32	Bewegung nach unten
40 μ_0	Permeabilitätszahl

Patentansprüche

- 45 1. Steuersystem (S; S') für Fahrzeuge, insbesondere Nutzfahrzeuge, umfassend ein entlang einer ersten Systemachse (Z) angeordnetes Steuerhebeelement (1), wobei die erste Systemachse (Z) in einem Referenzpunkt (2) starr mit einer zweiten Systemachse (X) und einer dritten Systemachse (Y) verbunden ist, wobei ausgehend von einer Grundstellung (SG) des Steuersystems (S; S') das Steuersystem (S; S') mittels einer Drehung um den Referenzpunkt (2) auslenkbar ist,
- 50 **dadurch gekennzeichnet, dass**
mit mindestens einer der zweiten (X) oder dritten Systemachse (Y) mindestens ein Aktorelement (5; 7) zum aktiven Bewegen der jeweiligen Systemachse (X, Y) und/ oder mindestens ein Rückstellelement (6; 8) zum Rückstellen der jeweiligen Systemachse (X, Y) in die Grundstellung (SG) des Steuersystems (S; S') jeweils mittels eines oberen Endes (5a1, 6a1; 7a1, 8a1) einer Längsachse (5a, 6a; 7a, 8a) verbunden ist.
- 55 2. Steuersystem (S; S') für Fahrzeuge nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die erste (Z), die zweite (X) und die dritte Systemachse (Y) jeweils senkrecht zueinander angeordnet sind.

3. Steuersystem (S') für Fahrzeuge nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
 mit mindestens einer der zweiten (X) oder dritten Systemachse (Y) mindestens eine Messeinrichtung (9; 10) zum
 Messen der Position der zweiten und/ oder der dritten Systemachse (X; Y) jeweils mittels eines oberen Endes (9a1,
 10a1) einer Längsachse (9a, 10a) verbunden ist.
4. Steuersystem (S') für Fahrzeuge nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 mindestens eine der Längsachsen (5a; 6a; 7a; 8a; 9a; 10a) mit der jeweiligen mit ihnen verbundenen Systemachse
 (X; Y) hinsichtlich einer Translationsbewegung entlang der mindestens einen Längsachse (5a; 6a; 7a; 8a; 9a; 10a)
 starr verbunden und hinsichtlich einer Rotationsbewegung um die jeweilige mit ihnen verbundene Systemachse (X;
 Y) beweglich verbunden ist.
5. Steuersystem (S; S') für Fahrzeuge nach einem der Ansprüche 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
 in einer Grundstellung (XG) der zweiten Systemachse (X) die Längsachsen (5a; 6a; 9a) des mit der zweiten Sys-
 temachse (X) verbundenen Aktorelements (5), Rückstellelements (6) und der Messeinrichtung (9) jeweils parallel
 zueinander und/ oder senkrecht zur zweiten Systemachse (X) angeordnet sind.
6. Steuersystem (S; S') für Fahrzeuge nach einem der Ansprüche 3-5,
dadurch gekennzeichnet, dass
 in einer Grundstellung (YG) der dritten Systemachse (Y) die Längsachsen (7a; 8a; 10a) des mit der dritten System-
 achse (Y) verbundenen Aktorelements (7), Rückstellelements (8) und der Messeinrichtung (10) jeweils parallel
 zueinander und/ oder senkrecht zur dritten Systemachse (Y) angeordnet sind.
7. Steuersystem (S; S') für Fahrzeuge nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 das erste (5) und/ oder das zweite Aktorelement (7) als Magnetantriebsselement (M) ausgestaltet ist, welches einen
 beweglich zu einer ersten Spule (55) angeordneten und mit der Längsachse (5a; 7a) des Aktorelements (5; 7) starr
 verbundenen Magneten (51) umfasst, wobei eine Position des Magneten (51) relativ zur ihn konzentrisch umge-
 benden ersten Spule (55) mittels einer Änderung einer Stromstärke eines die erste Spule (55) durchfließenden
 Stroms zumindest in Richtung der Längsachse (5a; 7a) des Aktorelements (5; 7) veränderbar ist.
8. Steuersystem (S; S') für Fahrzeuge nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 das erste (5) und/ oder zweite Aktorelement (7) mittels eines entsprechenden ersten Signals (56) einer Steuerung-
 einrichtung (CU) des Steuersystems (S; S') ansteuerbar ist.
9. Steuersystem (S; S') für Fahrzeuge nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
 das erste (6) und/ oder das zweite passive Rückstellelement (8) einen die Längsachse (6a; 8a) des Rückstellelements
 (6; 8) ausbildenden Gleitstab (31) umfassen, welcher innerhalb eines hohlzylindrischen Gehäuses (33) entlang
 seiner Längsachse (31 a) beweglich gelagert ist, wobei in der Grundstellung (SG) des Steuersystems (S; S') innerhalb
 des Gehäuses (33) eine zweite obere Scheibe (32a) und eine zweite untere Scheibe (32b), zwischen welchen eine
 Druckfeder (34) unter Vorspannung angeordnet ist, jeweils kontaktierend zum Gehäuse (33) angeordnet sind, und
 wobei eine erste obere Scheibe (35a) benachbart zur zweiten oberen Scheibe (32a) und eine erste untere Scheibe
 (35b) benachbart zur zweiten unteren Scheibe (32b) jeweils auf einer der Druckfeder (34) abgewandten Seite der
 zu ihnen benachbarten zweiten Scheibe (32a; 32b) angeordnet sind, wobei die erste obere (35a) und die erste
 untere Scheibe (35b) starr mit dem Gleitstab (31) verbunden sind.
10. Steuersystem (S; S') für Fahrzeuge nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
 das Gehäuse (33) eine obere (36a) und eine untere Stirnfläche (36b) aufweist, wobei die zweite obere Scheibe
 (32a) mit einem Inneren der oberen Stirnfläche (36a) und eine zweite untere Scheibe (32b) mit einem Inneren der
 unteren Stirnfläche (36a) kontaktierend angeordnet sind, und wobei in einer Grundstellung (6G; 8G) des Rückstel-
 lelements (6; 8) die erste obere Scheibe (35a) kontaktierend zur zweiten oberen Scheibe (32a) und die erste untere
 Scheibe (35b) kontaktierend zur zweiten unteren Scheibe (32b) angeordnet sind.

11. Steuersystem (S; S') für Fahrzeuge nach einem der Ansprüche 3-10,

dadurch gekennzeichnet, dass

die erste (9) und/ oder die zweite Messeinrichtung (10) einen elektrischen Schwingkreis (LC) umfassen, welcher mindestens einen Sensor (44), eine zweite Spule (43) mit einer veränderbaren Länge (l') und einen zur zweiten Spule (43) in Reihe geschalteten Kondensator (42) aufweist, wobei mittels des Sensors (44) eine Änderung ($\Delta l'$) der Länge (l') der zweiten Spule (43) direkt oder indirekt detektierbar und über ein entsprechendes zweites Signal (46) an die Steuerungseinrichtung (CU) des Steuersystems (S, S') übertragbar ist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

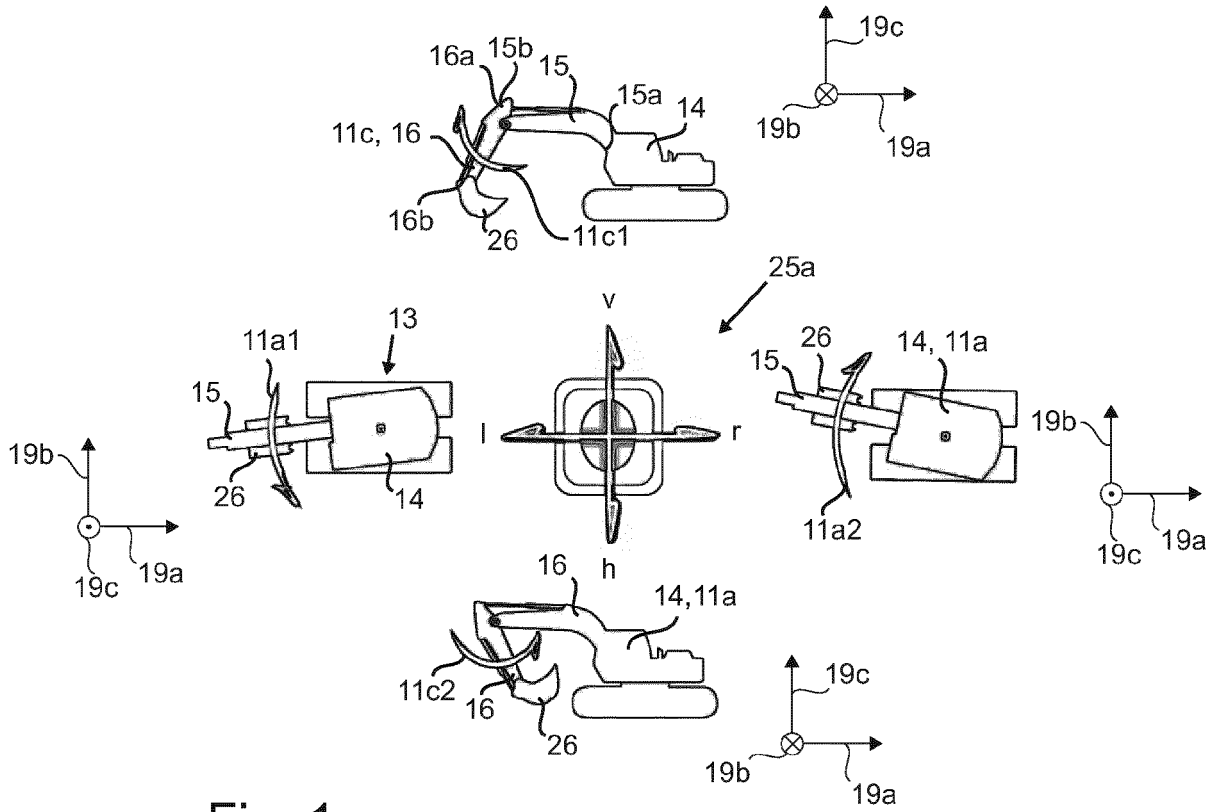


Fig. 1a

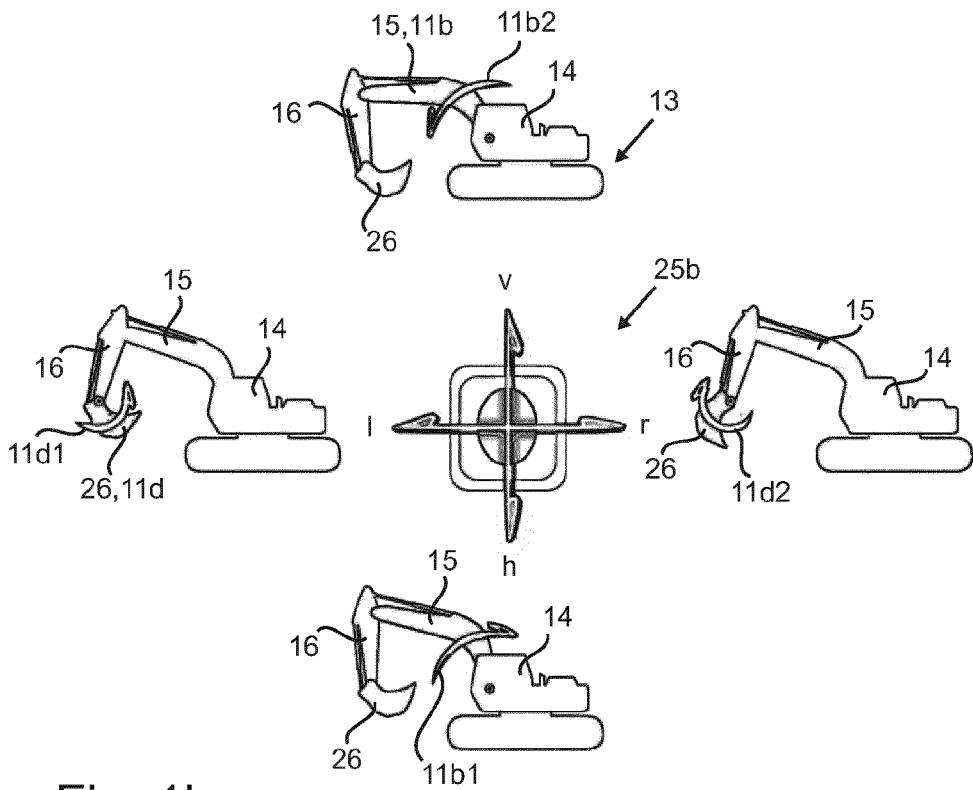


Fig. 1b

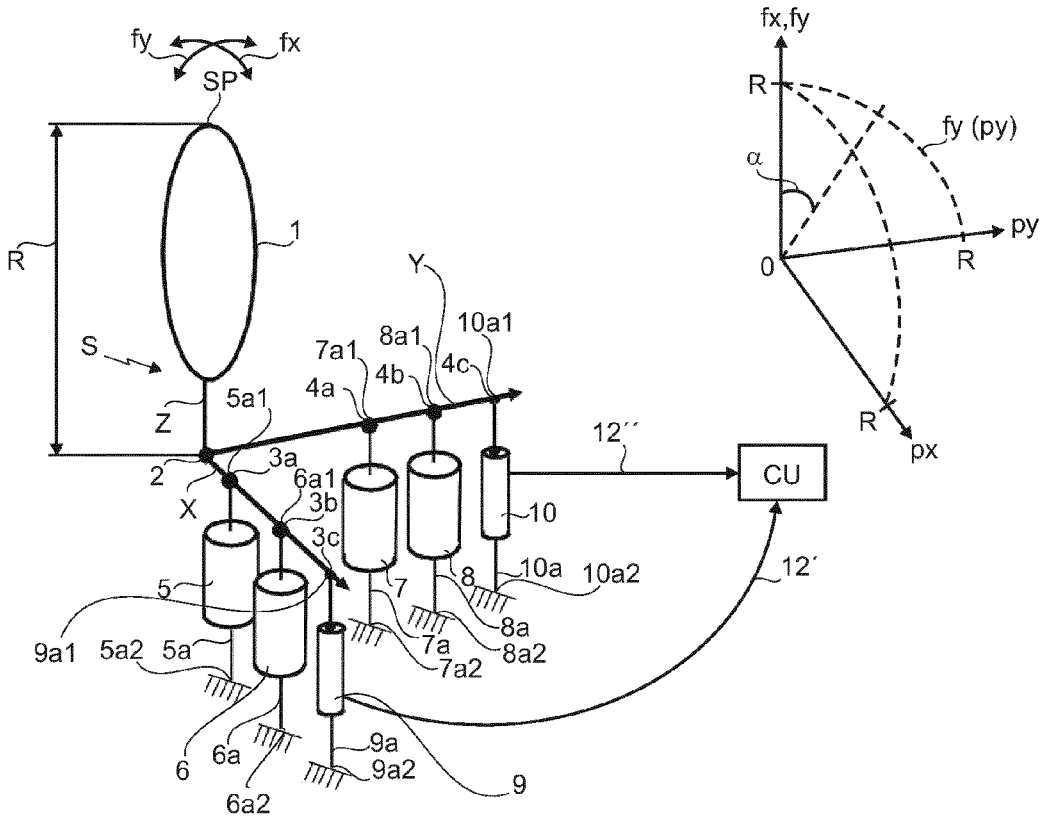


Fig. 2a

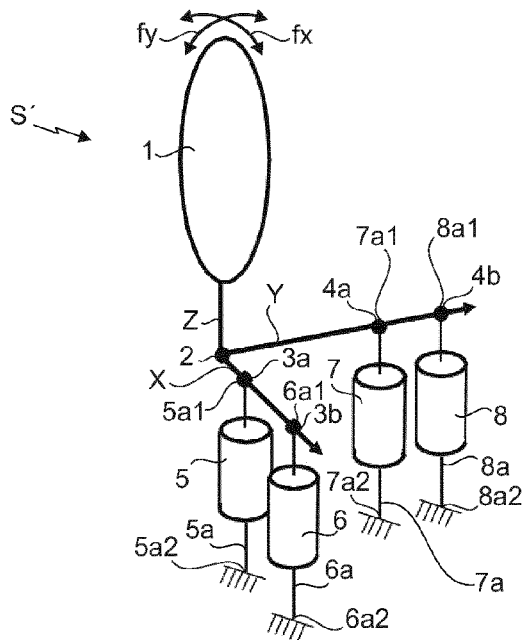


Fig. 2b

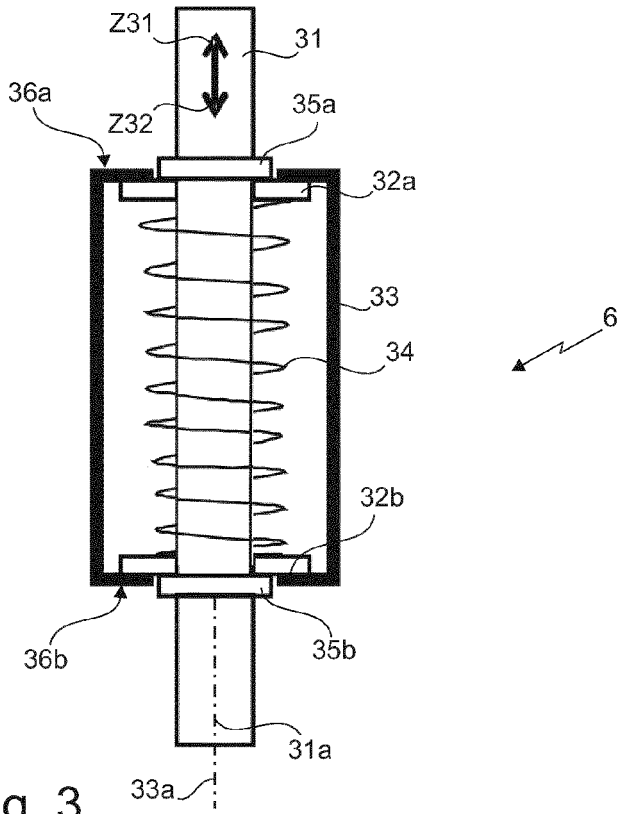


Fig. 3

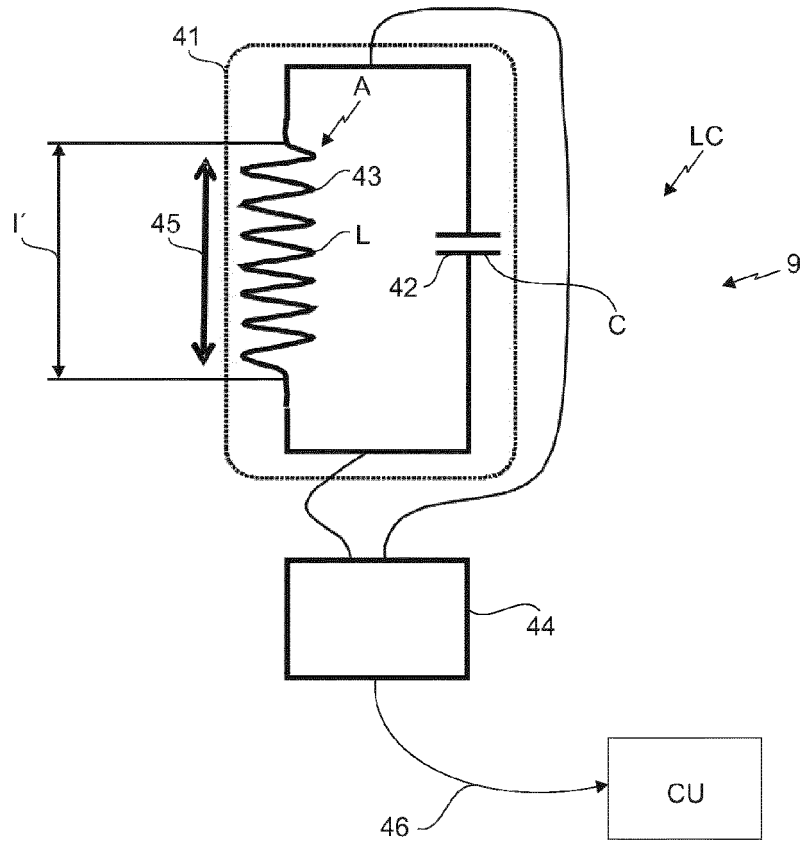


Fig. 4

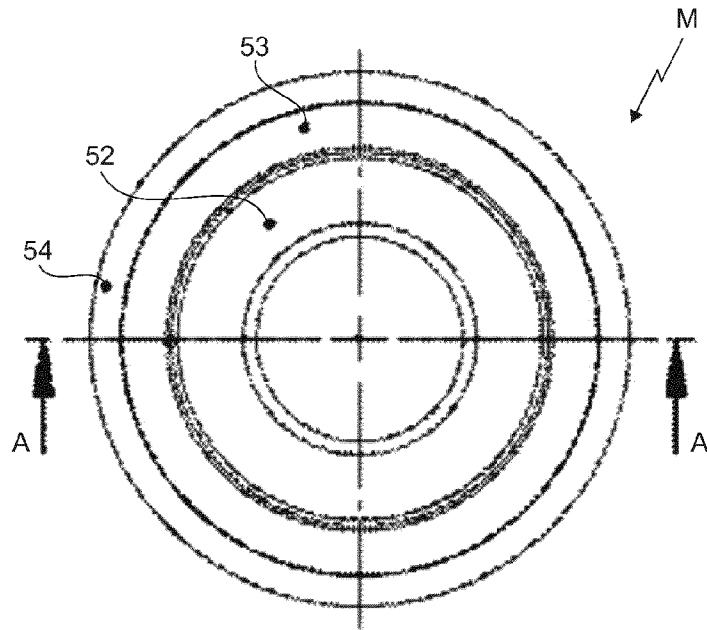


Fig. 5a

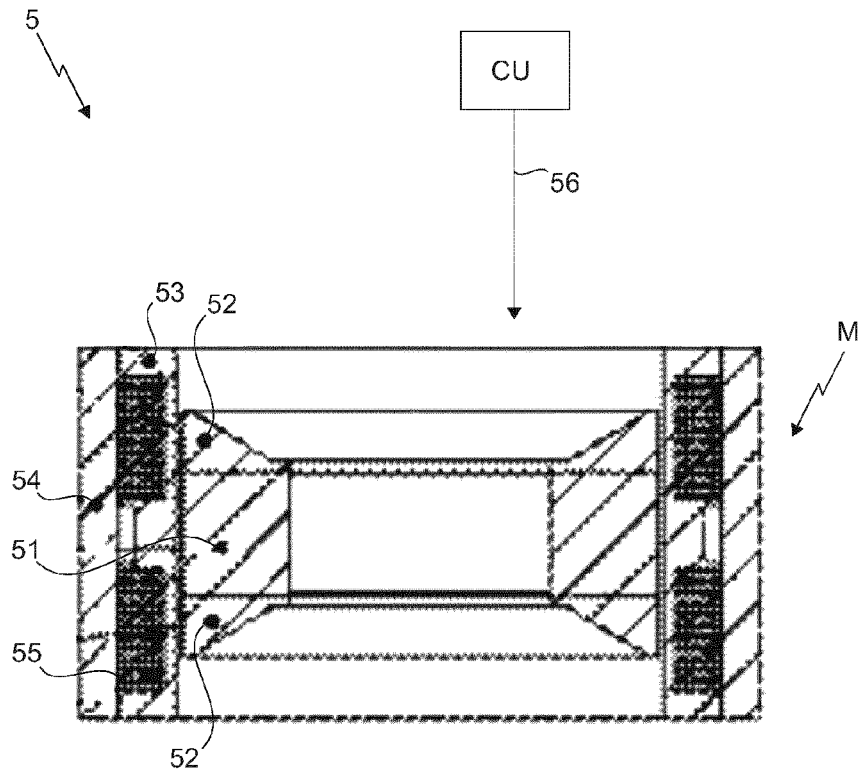


Fig. 5b

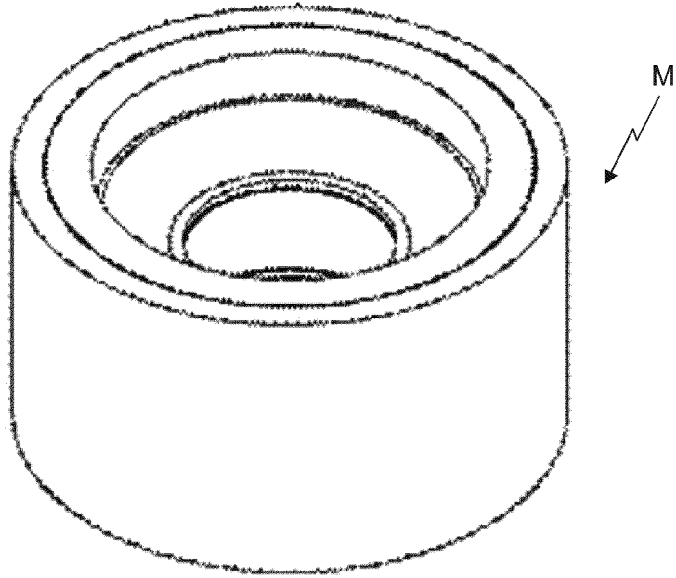


Fig. 5c

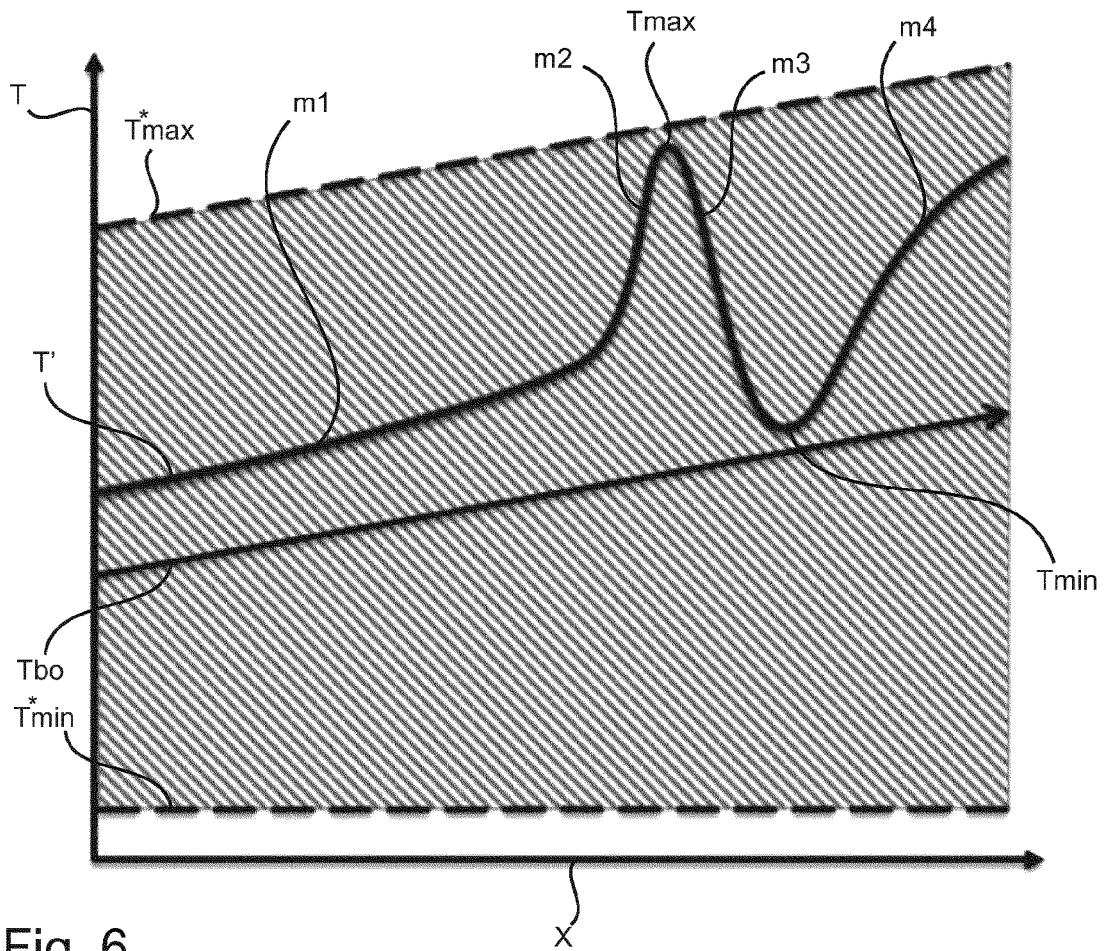


Fig. 6