

(19)



(11)

EP 3 110 739 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
20.12.2017 Patentblatt 2017/51

(51) Int Cl.:
B66C 23/16 *(2006.01)* **B66C 23/84** *(2006.01)*
B66C 23/88 *(2006.01)* **B66C 23/94** *(2006.01)*

(21) Anmeldenummer: **15706682.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2015/000436

(22) Anmeldetag: **25.02.2015**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2015/128086 (03.09.2015 Gazette 2015/35)

(54) **KRAN**

CRANE

GRUE

(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

- **SCHMID, Gerhard**
88284 Wolpertswende (DE)
- **WANNER, Harald**
88448 Attenweiler (DE)

(30) Priorität: **26.02.2014 DE 202014001801 U**

(74) Vertreter: **Thoma, Michael**
Lorenz Seidler Gossel
Rechtsanwälte Patentanwälte
Partnerschaft mbB
Widenmayerstraße 23
80538 München (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.01.2017 Patentblatt 2017/01

(73) Patentinhaber: **Liebherr-Components Biberach GmbH**
88400 Biberach/Riß (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 2 123 590 EP-A1- 2 325 400
EP-A1- 2 692 683 EP-A2- 2 366 837
DE-C- 956 882 DE-U1-202012 009 167
JP-A- 2012 062 189

(72) Erfinder:
• **MÜNST, Thomas**
88444 Ummendorf (DE)

EP 3 110 739 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 vorliegende Erfindung betrifft einen Kran, insbesondere Turmdrehkran, mit einem von einem Drehwerksantrieb um eine aufrechte Drehwerksachse drehbaren Ausleger sowie einer Außerbetriebs-Bremse, die Drehbewegungen des Auslegers im Außerbetriebs-Zustand zulässt und abbremst.

[0002] Ein solcher Kran ist aus der Schrift DE 20 2012 009167 U1 bekannt. Weitere Krane sind aus den Schriften EP 2 692 683 A1, EP 2 123 590 A1, JP 2012062189 A, EP 2 366 837 A2 und EP 2 325 400 A1 bekannt.

[0003] Bei Turmdrehkränen, aber auch anderen Krantypen ist der Ausleger um eine aufrechte Drehwerksachse verdrehbar, wobei ein hierzu vorgesehenes Drehwerk einen Drehantrieb beispielsweise in Form eines Elektromotors aufweisen kann, dessen Antriebsbewegung über ein Drehwerksgetriebe beispielsweise in Form eines Planetengetriebes in eine Drehbewegung des Auslegers umgesetzt wird. Bei sog. Obendrehern wird dabei der Ausleger relativ zu dem den Ausleger tragenden Turm verdreht, während bei sog. Untendrehern der gesamte Turm mitsamt dem daran gelagerten Ausleger relativ zum Unterwagen bzw. zur Abstützbasis verdreht wird.

[0004] Im Kranbetrieb werden die Drehbewegungen durch entsprechendes Ansteuern des Drehantriebs gesteuert, wobei zum Abbremsen und auch zum rotatorischen Festsetzen in einer bestimmten Drehposition eine Drehwerksbremse vorgesehen ist. Derartige Drehwerksbremsen können üblicherweise aus Sicherheitsgründen derart ausgebildet sein, dass die Bremse beispielsweise durch eine entsprechende Federeinrichtung in ihre bremsende Betriebsstellung vorgespannt ist und durch einen Stellaktor gelüftet werden kann, um die Verdrehbarkeit freizugeben.

[0005] Im Nichtbetrieb bzw. im Außerbetriebs-Zustand, wenn der Kran abgeschaltet ist, ist es jedoch wünschenswert, dass sich der Kran verdrehen kann, um sich bei Wind in die zur jeweiligen Windrichtung günstigste Drehstellung ausrichten zu können. Da beispielsweise Turmdrehkrane üblicherweise durch ihre Ballastierung gegen Kippbewegungen in der Auslegerebene sehr viel stabiler sind als gegenüber Kippbewegungen quer zu der senkrecht durch den Ausleger gehenden Auslegerebenen, soll sich der Kran bei starkem Wind so ausrichten, dass der Wind von hinten kommt und der Ausleger möglichst parallel zur Windrichtung mit dem Wind ausgerichtet ist, da anderenfalls ein Kippen des Krans drohen würde bzw. der Kran zusätzlich ballastiert werden müsste. Um ein solches selbsttätiges Ausrichten im Wind zu erlauben, ist der Betriebsbremse bzw. Drehwerksbremse eine Windfreistellvorrichtung zugeordnet, die die üblicherweise in ihre bremsende Stellung vorgespannte Bremse lüftet, wenn der Kran außer Betrieb ist. Diese "Feierabends"-Stellung der Drehwerksbremse kann mittels eines händisch betätigbaren Stellhebels eingestellt werden, ggf. aber auch durch einen motorischen Lüftungsantrieb, der den Bremsaktor vor Abstellen des

Krans in eine verriegelte Nichtbremsstellung fahren kann. Eine solche Windfreistellvorrichtung für die Drehwerksbremse eines Turmdrehkrans zeigt beispielsweise die Schrift EP 14 22 188 B1.

[0006] Die freie Verdrehbarkeit des Krans im Außerbetriebs-Zustand kann jedoch unter ungünstigen Windverhältnissen zu Instabilitäten des Krans aufgrund Selbstrotation führen. Beispielsweise wenn der Kran zwischen zwei Gebäuden steht und nur der Ausleger oder nur der Gegenausleger dem Wind ausgesetzt ist, wird jeweils nur der Ausleger oder der Gegenausleger einseitig vom Wind angeströmt, wodurch der Kran in immer schnellere Rotation versetzt werden kann, da der Kran nicht stehenbleibt, wenn sich der Ausleger aus dem Wind gedreht hat bzw. bevor der Gegenausleger in den Wind gerät. Hierdurch können abwechselnd der Ausleger und der Gegenausleger in den Wind geraten, so dass ein Aufschaukeln dieser zyklischen Windbeaufschlagung zu einer Autorotation des Krans führen kann, die den Kran zu schnell dreht und kippen lässt.

[0007] Um eine solche ungewollte Autorotation zu vermeiden, wurde bereits vorgeschlagen, das Drehwerk im Außerbetriebs-Zustand nicht gänzlich ungebremst drehen zu lassen, sondern dem Drehwerk eine Zusatzbremse zuzuordnen, die die Drehbewegung des Krans unter Wind zwar zulässt, jedoch leicht abbremst, um die vorgenannte Autorotationsproblematik zu entschärfen. Beispielsweise wurde angedacht, am Ausgang des Drehwerksgetriebes eine leichte Außerbetriebs-Bremse vorzusehen, die der Krandrehung ein begrenztes Bremsmoment entgegensetzt, welches kleiner ist als das durch Windbeaufschlagung erzeugte Drehmoment, so dass sich der Kran immer noch im Wind ausrichten kann, jedoch nur mit kleiner Drehgeschwindigkeit drehen kann.

[0008] Eine solche Zusatzbremse ist jedoch hinsichtlich des Bremsmoments schwierig auszulegen, um für verschiedene Windbedingungen und auch verschiedene Kranstellungen gleichermaßen geeignet zu sein. Beispielsweise kann ein zu hohes Bremsmoment bei noch gemäßigttem Wind dazu führen, dass sich der Kran nicht ordentlich ausrichtet, während dasselbe Bremsmoment bei sehr ungünstigen Windbedingungen mit hohen Windgeschwindigkeiten die genannte Autorotation nicht genügend unterbinden kann. Bei Turmdrehkränen mit wippbarem Ausleger kann zudem auch die Wippstellung, in der der Kran abgestellt wurde, einen Einfluss auf das benötigte Bremsmoment haben.

[0009] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen verbesserten Kran der eingangs genannten Art zu schaffen, der Nachteile des Standes der Technik vermeidet und Letzteren in vorteilhafter Weise weiterbildet. Insbesondere soll auch für wechselnde, schwierige Windbedingungen und verschiedene Krankonfigurationen beim Abstellen des Krans eine die Stabilität des Krans gefährdende Autorotation sicher unterbunden werden, gleichzeitig aber ein freies Ausrichten des Krans im Wind ermöglicht werden.

[0010] Erfindungsgemäß wird die genannte Aufgabe

durch einen Kran gemäß Anspruch 1 gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0011] Es wird also vorgeschlagen, einen Elektromotor des Drehwerksantriebs, der im normalen Kranbetrieb zum Verdrehen des Krans verwendet wird, im abgeschalteten Außerbetriebszustand des Krans als Drehwerksbremse zu verwenden, die Drehbewegungen bei Wind zulässt, diese jedoch abbremst. Erfindungsgemäß ist die Außerbetriebs-Bremse elektrodynamisch arbeitend ausgebildet und umfasst einen Elektromotor des Drehwerksantriebs, der als elektromotorische Bremse betreibbar ist. Auch wenn ein Elektromotor üblicherweise für seine Funktionsfähigkeit eine elektrische Stromversorgung benötigt und in sofern für den Außerbetriebszustand des Krans als Funktionsbauteil ungeeignet erscheint, kann durch Betreiben des Elektromotors des Drehwerks als elektromotorische Bremse doch just eine für das Bremsen der Kranbewegungen unter Windlasten bestens geeignete Bremswirkung erzeugt werden.

[0012] Durch die elektrodynamische Ausbildung der Außerbetriebs-Bremse kann sich das Bremsmoment an die Erfordernisse und die variierenden Außerbetriebs-Zustände anpassen. Sind die Bedingungen so, dass sich das Drehen des Krans zu einer gefährlichen Autorotation aufzuschaukeln droht, wird ein höheres Bremsmoment erzeugt. Wenn sich der Kran hingegen nicht ausreichend oder nur langsam in eine bevorzugte Windstellung ausrichtet, wird kein oder ein nur sehr geringes Bremsmoment erzeugt. Insbesondere ist die Außerbetriebs-Bremse drehgeschwindigkeitsabhängig arbeitend ausgebildet derart, dass das aufgebrachte Bremsmoment bei größerer Krandrehgeschwindigkeit größer ist als bei kleinerer Krandrehgeschwindigkeit. Dreht sich der Kran gar nicht bzw. richtet sich der Kran im Wind zu langsam aus, wird gar nicht oder nur schwächer gebremst, während umgekehrt stärker gebremst wird, wenn sich der Kran zu schnell dreht bzw. sich zu schnell zu drehen beginnt. Hierdurch kann sich der Kran einerseits stets in die günstigste Ausrichtung zum Wind drehen, während andererseits eine sich aufschaukelnde Autorotation oberhalb der maximalen Kran-Drehgeschwindigkeit unterbunden ist. Hinsichtlich der Drehzahlabhängigkeit kann die Außerbetriebs-Bremse grundsätzlich verschieden ausgestaltet sein, beispielsweise kann eine gleichmäßige, beispielsweise proportionale Abhängigkeit vorgesehen sein dergestalt, dass mit zunehmender Krandrehgeschwindigkeit das Bremsmoment kontinuierlich größer wird.

[0013] Von dieser für eine Außerbetriebsbremse eines Krans günstige Bremswirkung abgesehen kann durch die elektrodynamisch arbeitende Ausbildung der Drehwerksbremse darüber hinaus ein verschleißfreier Betrieb erreicht werden. Anders als beispielsweise Lamellenbremsen oder allgemein Reibbelagsbremsen bleibt die elektrodynamisch arbeitende Außerbetriebs-Bremse dauerhaft einsatzfähig und die Bremswirkung lässt auch über einen längeren Zeitraum nicht nach. Zudem brauchen keinen platzgreifenden und gewichtbringenden Zu-

satzbauteile wie bei mechanischen Bremsen verwendet werden.

[0014] In Weiterbildung der Erfindung kann dem Elektromotor des Drehwerksantriebs eine Bremsschaltung zum Erhöhen und/oder Steuern des elektromotorischen Bremswiderstandes zugeordnet sein. Insbesondere können dem Drehwerks-Elektromotor zumindest ein oder mehrere Vorwiderstände zugeschaltet werden, an denen sich die im elektromotorischen Bremsbetrieb erzeugte Energie dissipativ beziehungsweise thermisch abbaut.

[0015] Ein solcher für den Außerbetriebszustand zuschaltbare Bremswiderstand kann ein separater, im normalen Kranbetrieb nicht verwendeter Bremswiderstand sein. Vorteilhafterweise kann als Vorwiderstand für die Außerbetriebs-Bremsfunktion auch ein Bremswiderstand verwendet werden, der im normalen Kranbetrieb auf den Drehwerksantrieb aufgeschaltet werden kann, um beispielsweise beim Abbremsen der Drehbühne die Rückleistung aufzunehmen. Hierdurch werden vorteilhafterweise bereits an sich vorhandene Bauteile auch im Außerbetrieb verwendet und einer Doppelfunktion zugeführt.

[0016] Um eine gleichmäßige Bremswirkung über die verschiedenen Wicklungsstränge zu erzielen, kann der genannte Bremswiderstand vorteilhafterweise dreiphasig ausgeführt sein oder auch bei einphasiger Ausbildung drei zumindest näherungsweise gleich große Widerstandsgruppen umfassen.

[0017] Insbesondere kann der Elektromotor für die Verwendung als Außerbetriebsbremse kurzgeschlossen werden. Hierbei kann ein manuell oder in anderer Weise betätigbarer Kurzschlusschalter zum Kurzschließen der Motorwicklung des Elektromotors vorgesehen sein. Je nach Ausbildung des Elektromotors kann hier beispielsweise eine Anker- oder Rotorwicklung kurzgeschlossen werden. Durch Kurzschließen der Motorwicklung kann vorteilhafterweise ein wesentlicher Teil beziehungsweise die komplette Bremsleistung als Wärme im Motor selbst abgebaut werden. Es werden keine speziellen Zusatzbauteile benötigt.

[0018] Um unzulässigen Erwärmungen des Elektromotors im Bremsbetrieb, insbesondere durch den Kurzschlussstrom nach einer Kurzschließung, zu vermeiden, kann dem Elektromotor eine Kühlvorrichtung zugeordnet sein, die vorteilhafterweise als Eigenlüfter zur Kühlung auch im unversorgten Zustand ausgebildet sein kann. Beispielsweise kann ein durch die Drehzahl des Elektromotor angetriebener Kühllüfter Verwendung finden

[0019] Grundsätzlich wäre es aber auch denkbar, die beim elektromotorischen Bremsbetrieb anfallende elektrische Leistung in anderer Weise abzubauen, beispielsweise zumindest teilweise in einen Energiespeicher beispielsweise in Form einer Bordnetzbatte oder eines Kondensators einzuspeisen.

[0020] Vorteilhafterweise können bei der zuvor genannten Kurzschließbarkeit der Motorwicklung Vorwiderstände aufgeschaltet werden und/oder Teil des Kurz-

schlusschalters sein, sodass sie beim Kurzschließen als Vorwiderstand zugeschaltet werden. Hierdurch kann die Widerstandskurve, das heißt das sich ergebende Bremsmoment über der Drehzahl des Elektromotors in der gewünschten Weise gesteuert beziehungsweise angepasst werden. Mit zunehmendem Vorwiderstand kann die maximale Bremswirkung zu höheren Drehzahlen hin verschoben werden, das heißt die charakteristische Bremsmomentkurve über der Drehzahl wird flacher beziehungsweise steigt langsamer an.

[0021] Als Vorwiderstand kann dabei insbesondere der vorgenannte zuschaltbare Bremswiderstand verwendet werden, der dreiphasig ausgebildet sein kann oder drei etwa gleich große Vorwiderstandsgruppen umfassen kann.

[0022] Um dem im Außerbetriebzustand des Krans auftretenden Umstand gerecht zu werden, dass keine Erregerspannung zur Verfügung steht, die im Elektromotor ein Magnetfeld erzeugen kann, können grundsätzlich verschiedene Maßnahmen ergriffen werden. Gemäß einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung kann als Elektromotor ein permanent erregter Synchronmotor gewählt werden. Eine solche Permanentenerregung kann beispielsweise durch Permanentmagnete am Läufer erreicht werden, wobei jedoch auch andere Anordnungen in Betracht kommen.

[0023] Ein solcher permanent erregter Synchronmotor ist insbesondere in der Lage, im Außerbetriebzustand des Krans ohne externe Stromversorgung ein Bremsmoment zu erzeugen, das zum dynamischen Abbremsen der Drehbewegung des Krans, beispielsweise einer Krandrehbühne genutzt werden kann.

[0024] Alternativ zu einem solchen permanent erregten Synchronmotor kann der Drehwerksantrieb aber auch einen Asynchronmotor umfassen. Dies schafft den Vorteil, dass bei einem Kran, der mehr als einen Elektromotor verwendet, beispielsweise bei mehr als nur einem Drehwerk, diese mehreren Motoren an einem Umrichter betrieben werden können. Der Betrieb mehrerer Elektromotoren an einem Umrichter ist mit Synchronmotoren nicht möglich.

[0025] Da solche Asynchronmotoren bei abgeschalteter Stromversorgung - was im Außerbetriebzustand des Krans üblicherweise der Fall ist - weder vom Umrichter noch von einem Versorgungsnetz magnetisiert werden können, können dem Asynchronmotor Außerbetriebs-Erregungsmittel zugeordnet sein, um den Asynchronmotor auch im Außerbetriebzustand des Krans magnetisch erregen zu können. Diese Außerbetriebs-Erregungsmittel können insbesondere eine Kondensatorerregung umfassen. Eine solche Kondensatorerregung kann insbesondere durch Parallelschalten von Kondensatoren zur Statorwicklung des Asynchronmotors umfassen.

[0026] Der Elektromotor kann insbesondere als selbst-erregter Asynchrongenerator ausgebildet sein.

[0027] Mittels der genannten zuschaltbaren Kondensatoren kann dem Asynchronmotor im Außerbetriebzustand des Krans die benötigte Blindleistung zur Magne-

tisierung bereitgestellt werden. Insbesondere kann eine Parallelschaltung von Ständerwicklung und Kondensator einen Schwingkreis bilden. Die Kondensatoren können dabei sowohl im Stern als auch im Dreieck geschaltet werden, wobei es sich insbesondere bewährt hat, die Kondensatoren im Dreieck zu schalten.

[0028] Die Erfindung wird nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele und zugehöriger Zeichnungen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: eine perspektivische, ausschnittsweise Darstellung eines Turmdrehkrans nach einer vorteilhaften Ausführung der Erfindung, der als Obendreher ausgebildet ist und ein Drehwerk zum Verdrehen des Auslegers relativ zum Turm aufweist,

Fig. 2: ein elektrisches Ersatzschaltbild eines Elektromotors des Drehwerkantriebs, der als permanent erregter Synchronmotor ausgeführt ist, und des diesem zugeordneten Kurzschlusschalters mit Vorwiderständen,

Fig. 3: eine Kennlinie des von dem Elektromotor aus Fig. 2 erzeugbaren Bremsmoments über der Motordrehzahl, wenn sich der Synchronmotor aus Fig. 2 im kurzgeschlossenen Zustand befindet, wobei die Teilansicht Fig. 3a den Kennlinienverlauf ohne im Kurzschluss zugeschaltete Vorwiderstände zeigt und die Teilansicht Fig. 3b, die Kennlinienverläufe für verschiedene, beim Kurzschließen zuschaltbare Vorwiderstände zeigt,

Fig. 4: ein elektrisches Ersatzschaltbild eines permanent erregten Synchronmotors ähnlich Fig. 2, wobei als beim Kurzschließen zuschaltbare Vorwiderstände die Bremswiderstände eines im Umrichterkreis vorhandenen Brake Choppers verwendet werden,

Fig. 5: ein elektrisches Ersatzschaltbild der beim Kurzschließen als Vorwiderstände zuschaltbaren Bremswiderstände ähnlich Fig. 4, wobei der Bremswiderstand nicht dreiphasig ausgebildet ist, sondern bei einphasiger Ausführung drei etwa gleich große Widerstandsgruppen umfasst, und

Fig. 6: ein elektrisches Ersatzschaltbild eines Drehwerkantriebs mit zwei Asynchronmotoren, die von einem gemeinsamen Umrichter her betreibbar sind, wobei zur magnetischen Selbsterregung der Asynchronmotoren Kondensatoren parallel geschaltet sind.

[0029] Wie Fig. 1 zeigt, kann der gegenständliche Kran ein als sog. Obendreher ausgebildeter Turmdrehkran 1

sein, dessen Turm 2 einen Ausleger 3 sowie einen Gegenausleger 4 trägt, die sich im Wesentlichen horizontal erstrecken und um die aufrechte Turmachse 5 relativ zum Turm 2 verdrehbar sind. Anstelle der in Fig. 1 gezeigten Krankonfiguration könnte der Turmdrehkran 1 jedoch auch als Untendreher ausgebildet sein und/oder einen wippbaren spitzen Ausleger umfassen und/oder über eine Abspannung zum Turmfuß bzw. Oberwagen hin abgespannt sein.

[0030] Um den Ausleger 3 drehen zu können, ist ein Drehwerk 6 vorgesehen, welches in der gezeigten Ausführung am oberen Ende des Turms 2 zwischen dem Ausleger 3 und dem Turm 2 vorgesehen ist und einen Zahnkranz umfassen kann, mit dem ein von einem Antriebsmotor 7 angetriebenes Antriebsrad kämmt.

[0031] Eine vorteilhafte Ausführung der Antriebseinrichtung des Drehwerks 6 kann einen elektrischen Antriebsmotor 7 umfassen, der über ein Drehwerksgetriebe eine Abtriebswelle antreiben kann. Das genannte Drehwerksgetriebe kann beispielsweise ein Planetengetriebe sein, um die Drehzahl des Antriebsmotors 7 in der gewünschten Weise in eine Drehzahl der Abtriebswelle zu untersetzen/übersetzen.

[0032] Um Drehbewegungen des Auslegers 3 im Kranbetrieb abbrem sen und/oder eine angefahrene Drehstellung des Auslegers 3 halten zu können, umfasst das Drehwerk 6 eine Drehwerks-Betriebsbremse, die beispielsweise auf der Eingangsseite des Drehwerksgetriebes angeordnet sein kann. In an sich bekannter Weise kann die Betriebsbremse beispielsweise eine Reibscheiben- bzw. Lamellenbremseinrichtung umfassen, die von einer Vorspanneinrichtung in die bremsende Stellung vorgespannt ist und von einem elektrischen Stellaktor beispielsweise in Form eines Elektromagneten gelüftet werden kann, um die Bremse zu lösen. Alternativ oder zusätzlich zu einer solchen mechanischen Betriebsbremse kann auch eine elektromotorische Betriebsbremse vorgesehen sein, bspw. in Form eines Brems-Choppers mit zuschaltbaren Bremswiderständen, der in den den Elektromotor 2 ansteuernden Umrichter integriert bzw. diesem zugeordnet sein kann, vgl. Fig. 4, 5 und 6.

[0033] Zusätzlich zu dieser Betriebsbremse umfasst das Drehwerk 6 eine Außerbetriebs-Bremse 10, die Drehbewegungen des Auslegers 3 im abgeschalteten Außerbetriebs-Zustand des Krans bremsen, jedoch zulassen soll, um ein Selbstausrichten des Krans bzw. seines Auslegers 3 unter Windbelastungen zu ermöglichen.

[0034] Die genannte Außerbetriebsbremse 10 ist elektrodynamisch arbeitend ausgebildet und umfasst den Antriebs- bzw. Elektromotor 7 des Drehwerks 6, welcher Elektromotor 7 als elektromotorische Bremse betreibbar ist.

[0035] Wie Fig. 2 zeigt, kann der genannte Elektromotor 7 insbesondere als permanent erregter Synchronmotor ausgebildet sein, der von einem Umrichter 8 her versorgt und gesteuert werden kann. Der genannte Umrichter 8 kann einen Gleichrichter 9 und einen Wechselrichter 11 umfassen, vgl. Fig. 2, über die die Versorgungsspan-

nung auf den Elektromotor 7 gegeben werden kann.

[0036] Um im Außerbetriebszustand das gewünschte Bremsmoment zu erzeugen, kann dem Elektromotor 7 ein Kurzschluss schalter 12 zugeordnet sein, mittels dessen die Wicklungen des Elektromotors 7 kurzgeschlossen werden können.

[0037] Der genannte Kurzschluss schalter 12 kann mit einem Netztrennschalter 13 verbunden sein, mittels dessen der Elektromotor 7 beim Außerbetriebssetzen vom Versorgungsnetz abgetrennt werden kann. Die genannten Kurzschluss- und Netztrennschalter 12 und 13 können in einen gemeinsamen Schalter integriert sein, sodass beim Außerbetriebssetzen nur ein Schalter zu betätigen ist. Alternativ können jedoch auch separate Schalter vorgesehen sein, die separat bedienbar oder vorteilhafterweise mit einander verbunden sein können, sodass eine Betätigung des einen Schalters gleichzeitig den anderen Schalter betätigt, vorzugsweise derart, dass beim Trennen des Elektromotors 7 vom Versorgungsnetz gleichzeitig bzw. zeitlich versetzt der Elektromotor kurzgeschlossen wird.

[0038] Wie Fig. 2 zeigt, können dem Kurzschluss schalter 12 Vorwiderstände R_v zugeordnet sein, die dreiphasig ausgebildet und in einzelnen Phasen der Motorwicklung zugeordnet sein können, wenn der Motor kurzgeschlossen ist. Grundsätzlich kann jedoch auch ein reiner Kurzschluss schalter ohne solchen Vorwiderstand Verwendung finden.

[0039] Wie Fig. 3a zeigt, erzeugt der Elektromotor 7 im kurzgeschlossenen Zustand ein sich mit der Drehzahl veränderndes Drehmoment bzw. Bremsmoment. Wird der Kran bspw. durch Wind verdreht, erfährt der Elektromotor 7 eine entsprechende Verdrehung bzw. Drehzahl, die mit der Winddrehgeschwindigkeit des Krans zunimmt und fällt. Wie Fig. 3a zeigt, wird bei fehlender Drehgeschwindigkeit zunächst noch gar kein elektrodynamisches Bremsmoment erzeugt, das heißt der Kran kann sich frei - genauer gesagt unter Überwindung nur des mechanischen Schleppwiderstandes - drehen. Nimmt die Drehgeschwindigkeit zu, steigt auch das vom Elektromotor 7 elektrodynamisch erzeugte Bremsmoment zunehmend an, bis es bei der charakteristischen Kippdrehzahl n_{Kipp} wieder abfällt.

[0040] Wie Fig. 3b zeigt, kann der Verlauf der Bremsmomentkurve über der Drehzahl durch Zuschalten der in Fig. 2 gezeigten Vorwiderstände R_v verändert bzw. gesteuert werden. Je größer die vorgeschalteten Vorwiderstände R_v sind, desto flacher wird der Anstieg der Bremsmomentkurve, vgl. Fig. 3b, sodass das maximale Bremsmoment erst bei höherer Drehzahl erreicht wird. Dementsprechend lässt sich durch Wahl des Vorwiderstands bzw. der Vorwiderstände das elektrodynamisch bereitgestellte Bremsmoment in der gewünschten Weise drehzahlabhängig steuern. Während es für viele Krane ausreichend sein wird, nur einen Vorwiderstand bzw. eine Vorwiderstandsgruppe beim Kurzschließen zuschalten zu können, kann in Weiterbildung der Erfindung auch vorgesehen sein, dass der Kranführer verschieden gro-

ße Bremswiderstände zuschalten und wählen kann, welcher von mehreren Bremswiderständen zugeschaltet wird, bspw. indem mehrere Kurzschlusschalter mit jeweils zugeordneten Bremswiderständen geschlossen werden können.

[0041] Wie Fig. 2 zeigt, können die Vorwiderstände R_v separate, nur für das Außerbetriebs-Bremsen vorgesehene Widerstände sein. Alternativ hierzu kann aber vorteilhafterweise als Vorwiderstand R_v auch ein vorhandener Bremswiderstand verwendet werden, der bei normalem Kranbetrieb, das heißt im Betriebszustand, die Rückleistung beim Abbremsen der Drehbewegung bspw. der Drehbühne aufnimmt. Wie Fig. 4 zeigt, kann ein solcher Bremswiderstand einem Brems-Chopper zugeordnet sein, der in der Umrichterschaltung 8 vorgesehen sein kann. Ein solcher Bremswiderstand kann vorzugsweise bereits dreiphasig ausgeführt sein, vgl. Fig. 4, oder bei einphasiger Ausführung zumindest näherungsweise drei gleich große Widerstandsgruppen R_1 , R_2 und R_3 umfassen, vgl. Fig. 5.

[0042] Anstelle eines permanent erregten Synchronmotors kann das Drehwerk 6 auch einen oder mehrere Asynchronmotoren als Elektromotor 7 umfassen, vgl. Fig. 6. Vorteilhafterweise können solche mehreren Asynchronmotoren von einem gemeinsamen Umrichter 8 her betrieben werden, wobei die Umrichterschaltung hierbei in an sich bekannter Weise einen Gleichrichter 9 und einen Umrichterbaustein 11 umfassen kann, wobei auch hier ein Brems-Chopper 14 mit zugeordneten Bremswiderständen R_v vorgesehen sein kann, über die im normalen Kranbetrieb Drehbewegungen abgebremst werden können.

[0043] Da solchen Asynchronmotoren im Außerbetriebszustand ohne die Betriebsnetz-Spannungsversorgung an sich die magnetische Erregung fehlt, können den Asynchronmotoren 7 Erregungskondensatoren 15 zugeschaltet sein, bspw. über einen Außerbetriebsschalter 16 zugeschaltet werden. Wie Fig. 6 zeigt, können die Erregungskondensatoren 15 vorteilhafterweise im Dreieck geschaltet sein und parallel zugeschaltet werden. Vorteilhafterweise können den zuschaltbaren Erregungs-Kondensatoren 15 Lastwiderstände zugeordnet sein, vgl. Fig. 6.

[0044] Die als Außerbetriebsbremse arbeitenden Asynchronmotoren 7 beziehen im generatorischen Betrieb die benötigte Blindleistung zur Magnetisierung von den genannten Erregungs-Kondensatoren 15. Dabei steigt mit zunehmender Drehzahl bzw. Frequenz auch der Blindstrom und damit die Magnetisierung. Die Spannung im Drehstromsystem steigt ebenfalls, was zu steigender Leistungsaufnahme führt. Alle Komponenten im System werden dabei auf die höchste anzunehmende Spannung ausgelegt.

Patentansprüche

1. Kran, insbesondere Turmdrehkran, mit einem von

einem Drehwerkantrieb um eine aufrechte Drehachse (5) drehbar gelagerten Ausleger (3) sowie einer Außerbetriebs-Bremse (10), die Drehbewegungen des Auslegers (3) im Außerbetriebs-Zustand des Krans unter Windbelastungen zulässt und abbremst, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Außerbetriebs-Bremse (10) elektrodynamisch arbeitend ausgebildet ist und einen Elektromotor (7) des Drehwerkantriebs umfasst, der als elektromotorische Bremse betreibbar ist.

2. Kran nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei dem Elektromotor (7) des Drehwerkantriebs eine Bremsschaltung (18) zum Steuern und/oder Erhöhen des generatorischen Bremsmoments zugeordnet ist.

3. Kran nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Bremsschaltung (18) zumindest einen zuschaltbaren Vorwiderstand (R_v) umfasst.

4. Kran nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei der zuschaltbare Vorwiderstand (R_v) einen im Normalbetrieb aufschaltbaren Bremswiderstand zum Aufnehmen einer im Kranbetrieb erzeugten Rückleistung umfasst.

5. Kran nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, wobei der zuschaltbare Vorwiderstand (R_v) dreiphasig ausgeführt ist oder bei einphasiger Ausbildung drei zumindest näherungsweise gleich große Widerstandsgruppen umfasst.

6. Kran nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Bremsschaltung (18) einen Kurzschlusschalter (12) zum Kurzschließen einer Motorwicklung des Elektromotors (7) umfasst.

7. Kran nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Elektromotor (7) des Drehwerkantriebs als permanent erregter Synchronmotor ausgebildet ist.

8. Kran nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Motorwicklung des Synchronmotors im Außerbetriebszustand kurzschließbar ist.

9. Kran nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Elektromotor (7) als Asynchronmotor ausgebildet ist, dem Außerbetriebs-Erregungsmittel (19) zugeordnet sind.

10. Kran nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Außerbetriebs-Erregungsmittel (19) eine Kondensatorschaltung umfassen.

11. Kran nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Kondensatorschaltung parallel zur Wicklung des Asynchronmotors zuschaltbare Erreger-Kondensa-

toren (15) umfasst, die im Stern oder im Dreieck zueinander geschaltet sind.

12. Kran nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Außerbetriebs-Bremse (10) derart ausgebildet ist, dass das Bremsmoment bis zu einer vorbestimmten Drehgeschwindigkeit des Auslegers (3) kleiner als ein vorbestimmtes Drehmoment ist, das durch eine vorbestimmte Windbelastung auf den Kran erzeugbar ist, und erst bei Überschreiten der genannten Drehgeschwindigkeit des Auslegers (3) größer als das durch die genannte Windbelastung auf den Kran erzeugte Drehmoment ist.
13. Kran nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Außerbetriebs-Bremse (10) derart ausgebildet ist, dass das Bremsmoment mit zunehmender Drehgeschwindigkeit des Auslegers (3) kontinuierlich und/oder stufenweise ansteigt.
14. Kran nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Außerbetriebs-Bremse (10) fremdenergiefrei selbstbetätigend ausgebildet ist.
15. Kran nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei dem Elektromotor (7) eine im elektromotorischen Bremsbetrieb aktive Kühlvorrichtung zugeordnet ist.

Claims

1. A crane, in particular a revolving tower crane, having a boom (3) rotatably supported about a upright axis of rotation (5) by a slewing gear drive and having an out-of-operation brake (10) which permits and brakes rotary movements of the boom (3) in the out-of-operation state of the crane under wind loads, **characterized in that** the out-of-operation brake (10) is configured as operating electrodynamically and comprises an electric motor (7) of the slewing gear drive which is operable as an electric-motor brake.
2. A crane in accordance with the preceding claim, wherein a brake circuit (18) is associated with the electric motor (7) of the slewing gear drive for controlling and/or increasing the generated braking torque.
3. A crane in accordance with the preceding claim, wherein the brake circuit (18) comprises at least one series resistance (R_v) which can be switched in.
4. A crane in accordance with the preceding claim, wherein the series resistance (R_v) which can be switched in comprises a braking resistance which can be switched in normal operation for taking up a

reverse power produced in crane operation.

5. A crane in accordance with one of the two preceding claims, wherein the series resistance (R_v) which can be switched in is configured as three-phase or comprises three resistance groups of at least approximately the same size with a single-phase configuration.
6. A crane in accordance with one of the preceding claims, wherein the brake circuit (18) comprises a short-circuit switch (12) for short-circuiting a motor winding of the electric motor (7).
7. A crane in accordance with one of the preceding claims, wherein the electric motor (7) of the slewing gear drive is configured as a permanently excited synchronous motor.
8. A crane in accordance with the preceding claim, wherein the motor winding of the synchronous motor can be short-circuited in the out-of-operation state.
9. A crane in accordance with one of the claims 1 to 6, wherein the electric motor (7) is configured as an asynchronous motor with which out-of-operation excitation means (19) are associated.
10. A crane in accordance with the preceding claim, wherein the out-of-operation excitation means (19) comprise a capacitor circuit.
11. A crane in accordance with the preceding claim, wherein the capacitor circuit comprises excitation capacitors (15) switchable in parallel with the winding of the asynchronous motor and connected to one another in a star or in a triangle.
12. A crane in accordance with one of the preceding claims, wherein the out-of-operation brake (10) is configured such that the braking torque is smaller than a predefined torque up to a predefined rotational speed of the boom (3), said predefined torque being able to be produced by a predefined wind load on the crane and only being larger than the torque produced by said wind load on the crane on an exceeding of said rotational speed of the boom (3).
13. A crane in accordance with one of the preceding claims, wherein the out-of-operation brake (10) is configured such that the braking torque increases continuously and/or step-wise as the rotational speed of the boom (3) increases.
14. A crane in accordance with one of the preceding claims, wherein the out-of-operation brake (10) is configured as self-actuating without external energy.

15. A crane in accordance with one of the preceding claims, wherein a cooling apparatus active in electric-motor braking operation is associated with the electric motor (7).

Revendications

1. Grue, en particulier grue à tour, comprenant une flèche (3) montée rotative au moyen d'un entraînement de dispositif de rotation sur un axe de rotation (5) vertical, ainsi qu'un frein à l'état d'arrêt (10), qui autorise et freine, à l'état d'arrêt de la grue, des mouvements de rotation de la flèche (3) en présence de charges dues à l'action du vent, **caractérisée en ce que** le frein à l'état d'arrêt (10) est réalisé à fonctionnement électrodynamique et comprend un moteur électrique (7) de l'entraînement de dispositif de rotation, qui peut être exploité comme frein électromoteur. 10
2. Grue selon la revendication précédente, dans laquelle un circuit de freinage (18) est associé au moteur électrique (7) de l'entraînement de dispositif de rotation pour la commande et/ou l'augmentation du couple de freinage dynamique. 25
3. Grue selon la revendication précédente, dans laquelle le circuit de freinage (18) comprend au moins une résistance additionnelle (R_v) qui peut être connectée. 30
4. Grue selon la revendication précédente, dans laquelle la résistance additionnelle (R_v) qui peut être connectée comprend une résistance de freinage qui peut être commutée en fonctionnement normal pour recevoir un retour de puissance généré lors du fonctionnement de la grue. 35
5. Grue selon l'une des deux revendications précédentes, dans laquelle la résistance additionnelle (R_v) qui peut être connectée est réalisée à courant triphasé ou comprend, en cas de construction monophasée, trois groupes de résistance au moins approximativement de même dimension. 40
6. Grue selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le circuit de freinage (18) comprend un court-circuiteur (12) destiné à court-circuiter un enroulement de moteur du moteur électrique (7). 50
7. Grue selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le moteur électrique (7) de l'entraînement de dispositif de rotation est réalisé sous la forme d'un moteur synchrone à aimants permanents. 55
8. Grue selon la revendication précédente, dans laquelle l'enroulement de moteur du moteur synchro-

ne peut être court-circuité à l'état d'arrêt.

9. Grue selon l'une des revendications 1 à 6, dans laquelle le moteur électrique (7) est réalisé sous la forme d'un moteur asynchrone, auquel sont associés des moyens d'excitation à l'état d'arrêt (19). 5
10. Grue selon la revendication précédente, dans laquelle les moyens d'excitation à l'état d'arrêt (19) comprennent un circuit de condensateur. 10
11. Grue selon la revendication précédente, dans laquelle le circuit de condensateur comprend des condensateurs d'excitation (15) qui peuvent être connectés en parallèle à l'enroulement de moteur du moteur asynchrone et qui sont branchés en étoile ou en triangle les uns par rapport aux autres. 15
12. Grue selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le frein à l'état d'arrêt (10) est réalisé de telle manière que, jusqu'à une vitesse de rotation prédéfinie de la flèche (3), le couple de freinage est inférieur à un couple prédéfini qui peut être généré par une charge prédéfinie due à l'action du vent sur la grue, et, uniquement lorsque ladite vitesse de rotation de la flèche (3) est dépassée, il est supérieur au couple généré par ladite charge due à l'action du vent sur la grue. 20
13. Grue selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le frein à l'état d'arrêt (10) est réalisé de telle manière que le couple de freinage augmente en continu et/ou par paliers au fur et à mesure que la vitesse de rotation de la flèche (3) augmente. 30
14. Grue selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le frein à l'état d'arrêt (10) est réalisé à fonctionnement indépendant sans énergie extérieure. 35
15. Grue selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle un dispositif de refroidissement actif en mode de freinage électromoteur est associé au moteur électrique (7). 40

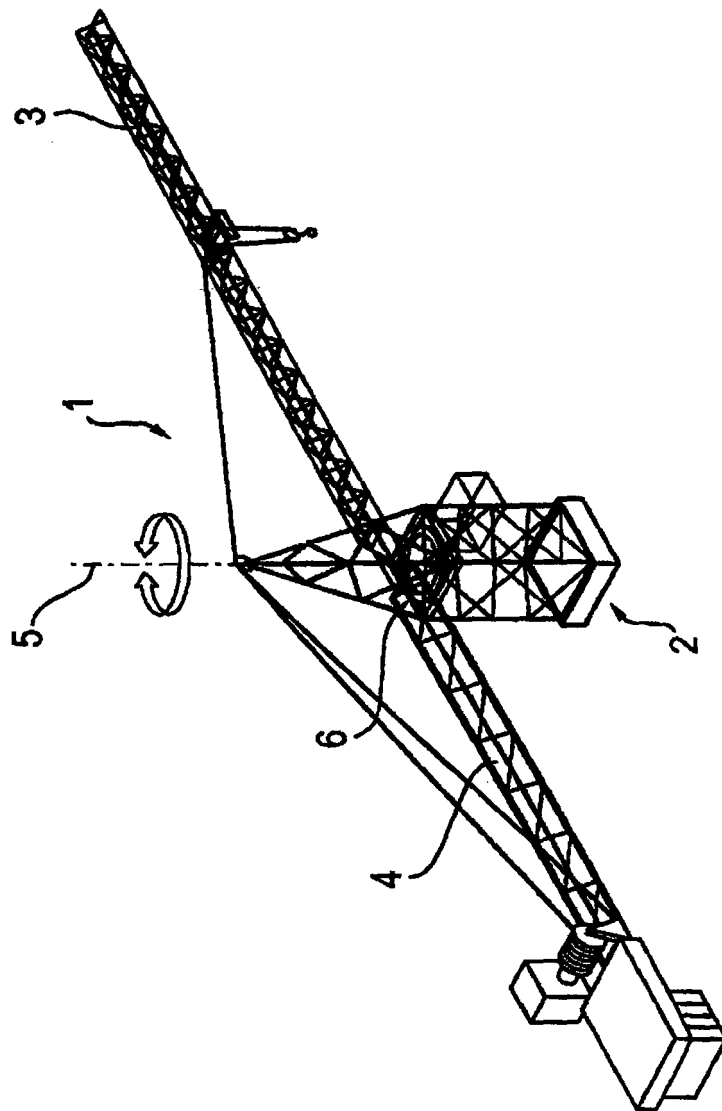


FIG. 1

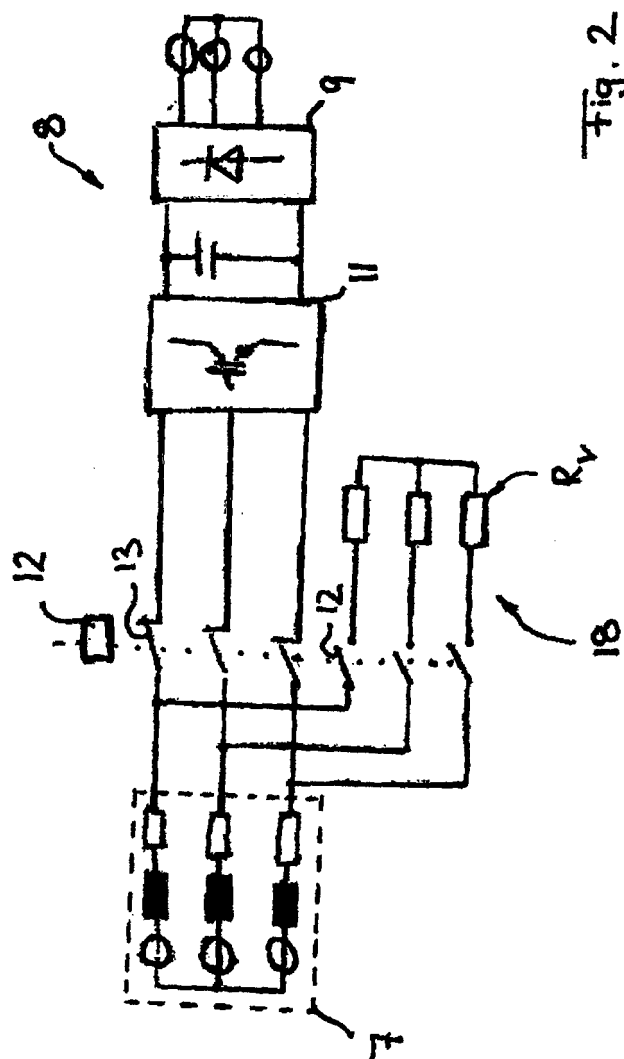


fig. 2

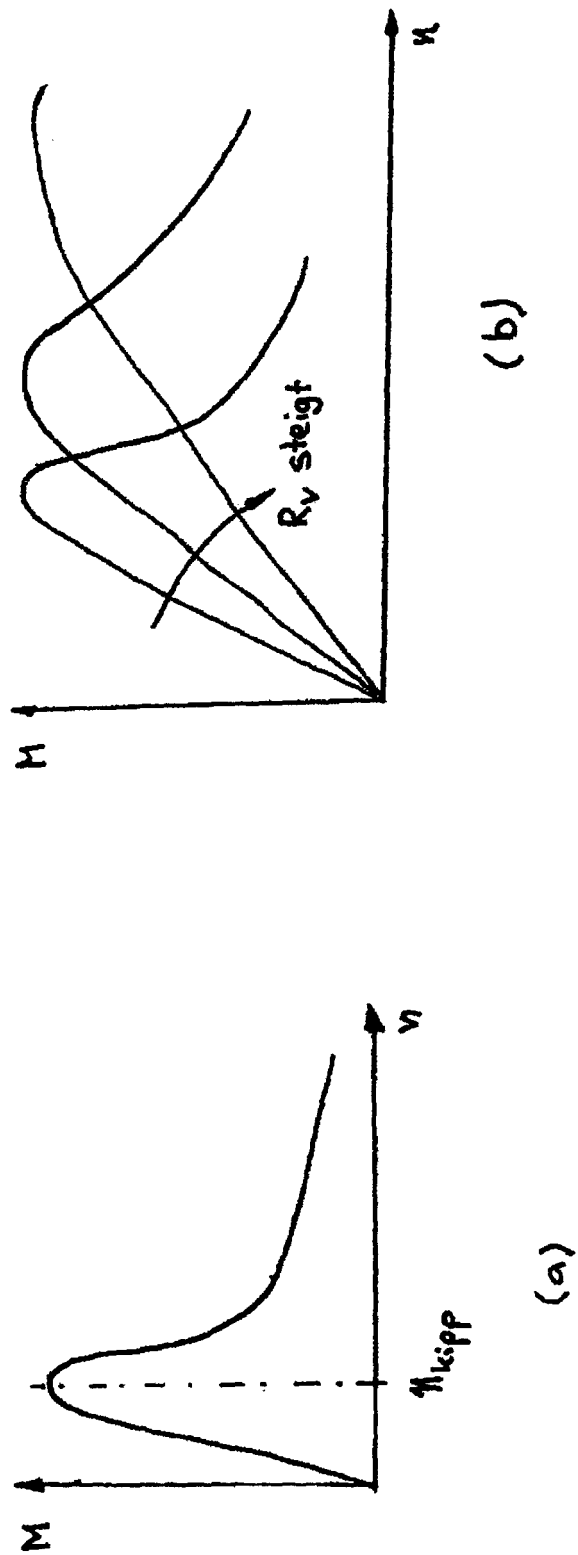


Fig. 3

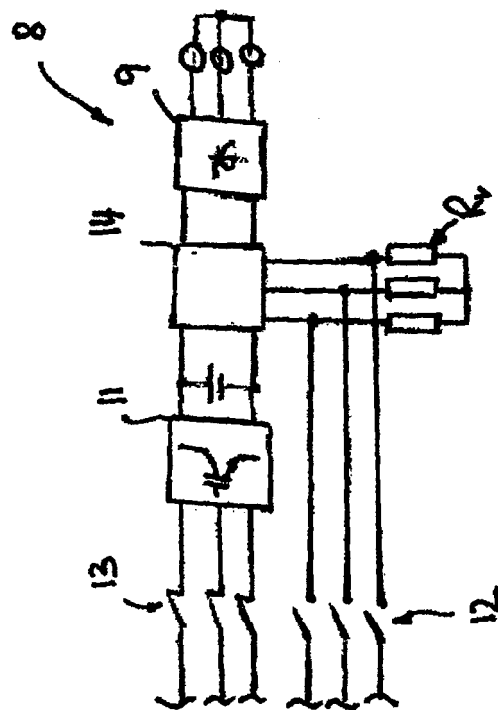
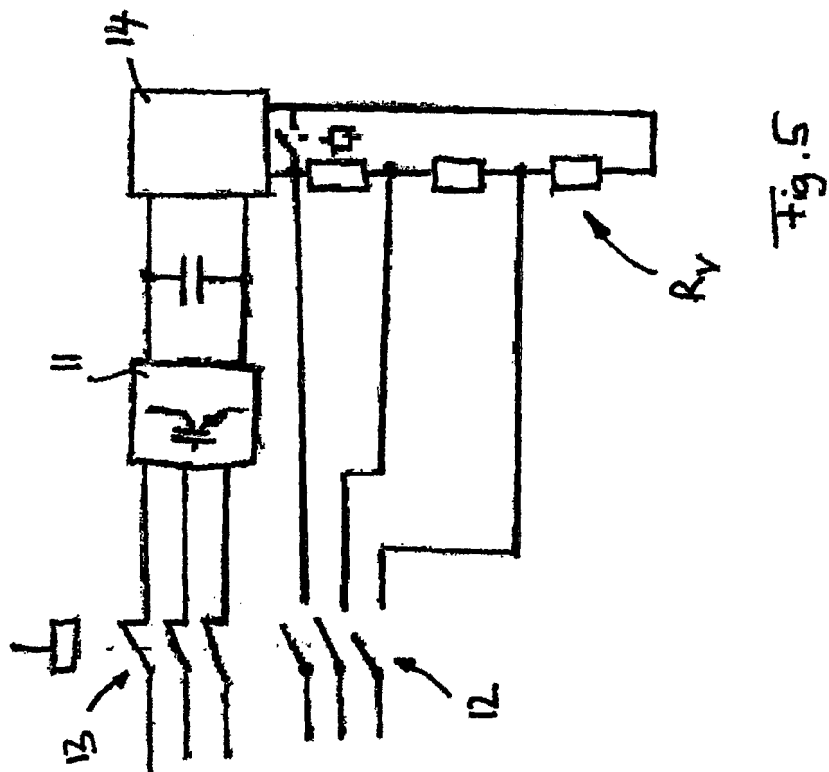


Fig. 4



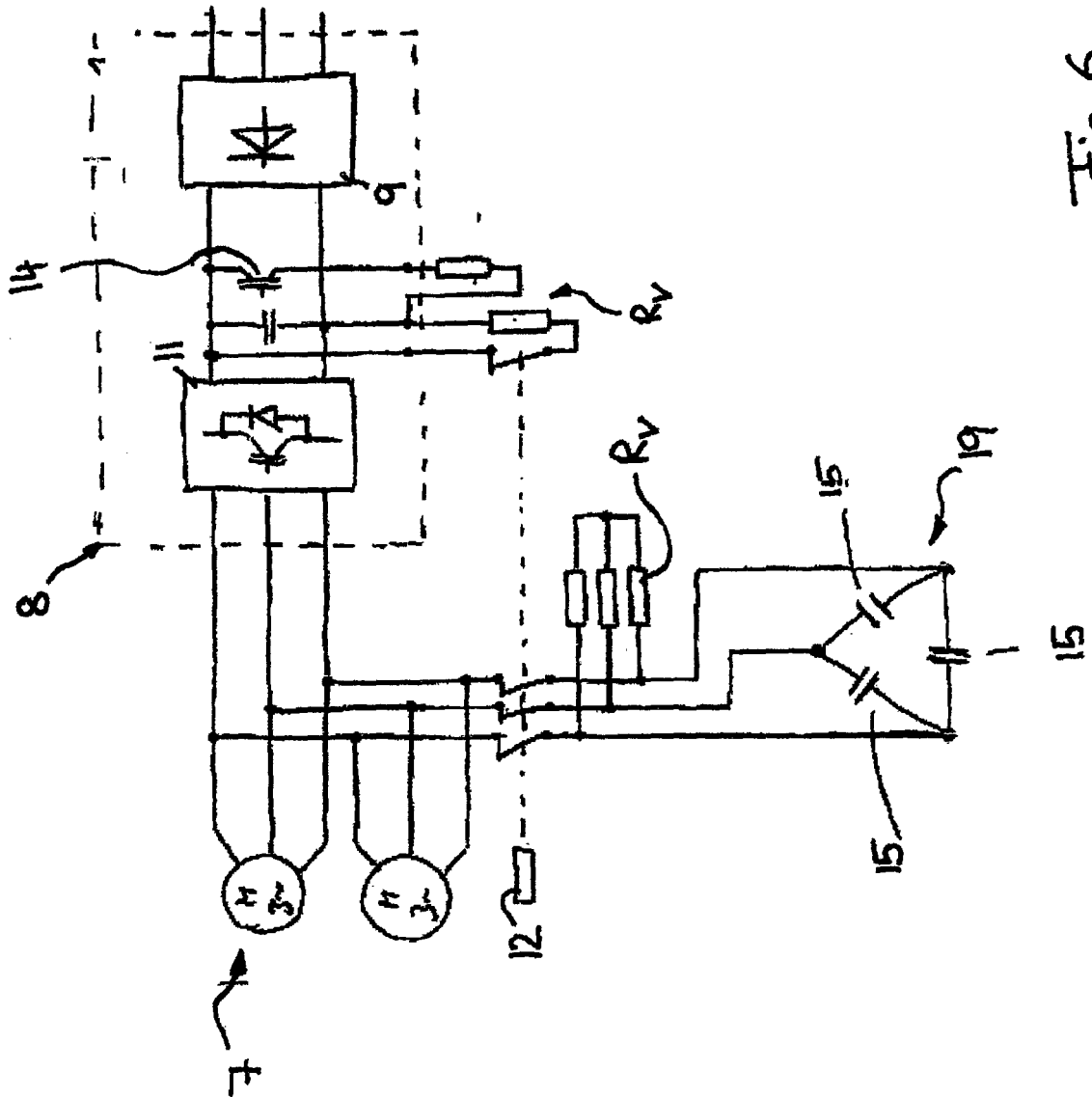


Fig. 6

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 202012009167 U1 **[0002]**
- EP 2692683 A1 **[0002]**
- EP 2123590 A1 **[0002]**
- JP 2012062189 A **[0002]**
- EP 2366837 A2 **[0002]**
- EP 2325400 A1 **[0002]**
- EP 1422188 B1 **[0005]**