(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 108 673 A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
20.06.2001 Patentblatt 2001/25

(51) Int Cl.[7]: **B66B 1/28**

(21) Anmeldenummer: **00127687.2**

(22) Anmeldetag: **18.12.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **17.12.1999 DE 19960903**

(71) Anmelder: **Lenze GmbH & Co. KG**
31855 Aerzen (DE)

(72) Erfinder:
- **Tieste, Karl-Dieter Dr.**
30169 Hannover (DE)
- **Hahn, Hartmut**
31789 Hameln (DE)

(74) Vertreter: **Elbertzhagen, Otto, Dipl.-Ing. et al**
Patentanwälte Thielking & Elbertzhagen
Gadderbaumer Strasse 14
33602 Bielefeld (DE)

(54) Verfahren zum Anfahren eines unter Last stehenden Hebezeuges

(57) Ein solches Hebezeug wird von einem lastabhängig über den Regelkreis eines Lagereglers gesteuerten Antriebsmotor bei den Hubvorgängen angetrieben und wird im Stillstand jeweils von einer elektromagnetisch lüftbaren Federkraftbremse als Feststellbremse gehalten. Beim Anfahrvorgang erfolgt durch Aufschalten eines Erregerstroms auf die Bremse eine Übergabe des Lastmomentes von der Bremse an den Motor. Damit dies weitgehend ruckfrei geschieht, wird beim Anfahrvorgang der Erregerstrom für die Bremse zeitabhängig bis zu demjenigen Zeitpunkt erhöht, bei dem sich der Hebezeugantrieb in Bewegung zu setzen beginnt. In diesem Zeitpunkt wird die Größe des augenblicklichen Bremsmomentes aus dem Erregerstrom und aus den Kenngrößen der Bremse ermittelt, und in Abhängigkeit wird über den Regelkreis des Lagereglers der Motor auf ein dem so ermittelten Bremsmoment entsprechendes Anfahrmoment eingestellt.

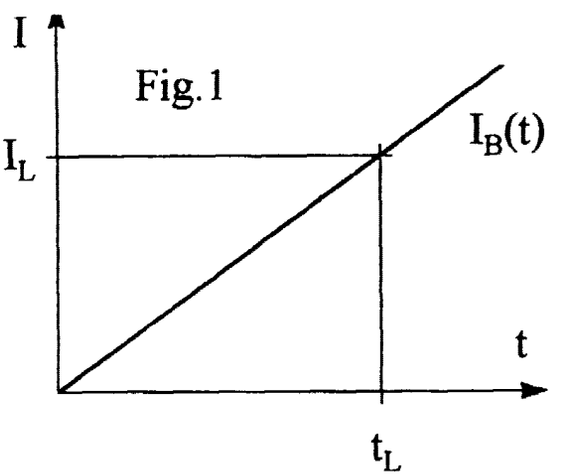

Fig. 1

EP 1 108 673 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Anfahren eines unter Last stehenden Hebezeuges, wie eines Aufzuges oder eines Krans, gemäß den Gattungsmerkmalen des Patentanspruchs 1.

[0002] Bislang fährt man die Antriebsmaschine eines Hebezeuges, die über den Regelkreis eines Lagereglers gesteuert wird, an, indem man den Lüftungsmagneten der Federkraftbremse mit dem vollen Erregerstrom beaufschlagt, der für das sichere Abheben der Ankerscheibe von den Bremskörpern sorgt, womit schlagartig die Bremswirkung der Federkraftbremse aufgehoben wird. Ebenso abrupt wird über den Regelkreis des Lagereglers die Übernahme des Lastmomentes durch die Antriebsmaschine bzw. den Antriebsmotor veranlaßt, wonach sich dann infolge Erhöhung des Antriebsmomentes über den Lageregler das gesamte Antriebssystem in Bewegung setzt. Es wird also der Regelkreis der Antriebsmaschine schlagartig nach Wegfall des Bremsmomentes mit dem vollen Lastmoment beaufschlagt, und er antwortet entsprechend in Gestalt einer Sprungfunktion. Dies macht sich mit einem Anfahrruck deutlich bemerkbar, was insbesondere bei einer Aufzugsanlage für die Personenbeförderung unangenehm ist. Das Einschwingverhalten beim Anfahraugenblik läßt sich zwar durch eine geeignete Vorsteuerung des Regelkreises bei einem bekannten Lastmoment verbessern, dafür ist jedoch in aller Regel eine zusätzliche, aufwendige Sensorik erforderlich.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Anfahren eines unter Last stehenden Hebezeuges vorzuschlagen, mit dem die Übergabe des Lastmomentes von der Federkraftbremse an den Antriebsmotor weitgehend ruckfrei vorgenommen werden kann.

[0004] Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der gattungsbildenden Art nach der Erfindung durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0005] Für die Erfindung ist wesentlich, daß beim Anfahrvorgang der Erregerstrom für die Federkraftbremse allmählich erhöht wird, also zeitabhängig, womit sich entsprechend umgekehrt proportional die Bremskraft allmählich verringert. Ab demjenigen Zeitpunkt, ab dem sich der Hebezeugantrieb in Bewegung zu setzen beginnt, erfolgt die lastabhängige Reaktion des Regelkreises der elektrischen Antriebsmaschine, wobei je nach Lastfall die Antriebsmaschine mit einem angepaßten Anfahrmoment das Lastmoment von der Federkraftbremse übernimmt. Dazu wird bei relativ zur Vollast geringerer Last vermieden, daß der Regelkreis des Lagereglers den Antriebsmotor auf das volle Lastmoment steuert. Hierzu wird auf die Bremskennlinie der Federkraftbremse zurückgegriffen, welche die Abhängigkeit des Bremsmomentes von dem jeweiligen Erreger strom charakterisiert. So kann für die beginnende Bewegung des Hebezeugantriebs, die je nach Lastfall zeitlich unterschiedlich einsetzt, die Größe oder der Betrag des Erregerstroms für die Bremse gemessen werden, aus dem sich das jeweilige Last- oder Bremsmoment ergibt. Dieser augenblickliche Erregerstrom wird als zusätzliche Stellgröße oder Vorsteuergröße im Regelkreis des Lagereglers der Antriebsmaschine ausgewertet, womit das Anfahrmoment der Antriebsmaschine auf das augenblickliche Lastmoment eingestellt werden kann. Mit geeigneten Hilfsmitteln kann folglich aus der Bremsmoment-Strom-Charakteristik der Federkraftbremse die Höhe des augenblicklichen Lastmomentes ausreichend genau errechnet werden.

[0006] Die Wirkungsrichtung des vom Antriebsmotor aufzubringenden Anfahrmomentes kann auf einfache Weise dadurch erfaßt werden, daß man bei der beginnenden Bewegung des Hebezeugantriebs die Bewegungsrichtung erfaßt und somit gleich das passende Vorzeichen der lastproportionalen Größe zur Verfügung hat. So kann das augenblickliche Lastmoment als indirekt gemessene Größe ermittelt werden, und die entsprechende Information wird als Startwert im Motorregelkreis verwendet, um den Anfahrruck des Hebezeuges bei unbekannter Last weitestgehend zu vermeiden.

[0007] Ab der beginnenden Bewegung des Hebezeugantriebs kann der Erregerstrom für die Federkraftbremse weiter allmählich bis auf den vollen Erregerstrom für die Bremslüftung erhöht werden. Es steht dann zusätzlich noch ein Zeitintervall für die weitere Drehmomentenübernahme von der Federkraftbremse auf den Antriebsmotor zur Verfügung, womit sich das Einschwingverhalten des die Antriebsmaschine steuernden Lagereglers noch deutlich verbessern läßt, also zu einer Verkürzung des Einschwingvorganges beiträgt.

[0008] Anhand der Zeichnung wird die Erfindung noch ergänzend erläutert.

[0009] In Fig. 1 ist der Erregerstrom I der magnetisch lüftbaren Federkraftbremse über der Zeit t dargestellt. Die Funktion I_B (t) ergibt eine Gerade entsprechend der stetigen linearen Erhöhung des Erregerstroms der Federkraftbremse zur Einleitung des Anfahrvorganges des betreffenden Hebezeuges. Zeitabhängig wird der Strom I langsam erhöht und zum Zeitpunkt t_L setzt sich das Antriebssystem des Hebezeuges in Bewegung. Dies ist in Fig. 2 veranschaulicht, wobei die X-Achse nicht nur den Weg der Bewegung sondern auch die Bewegungsrichtung angibt, womit das Vorzeichen des Lastmomentes ermittelt werden kann. Die Höhe des Lastmomentes wird aus der Bremsmoment-Strom-Charakteristik der Federkraftbremse berechnet, was Fig. 3 zeigt. Hier ist der Verlauf des Bremsmomentes M der Federkraftbremse in Abhängigkeit vom Erregerstrom I wiedergegeben. Die Bremsmoment-Strom-Charakteristik der Bremse ist in erster Näherung eine nach unten geöffnete Parabel, und zwar gemäß der Formel

$$M(I) = M_k (1 - (I/I_A)^2).$$

[0010] In dieser Formel ist Mk das Kennmoment der Federkraftbremse und I_A ist der Erregerstrom, bei dem der elektrische Lüftungsmagnet die Federkraftbremse

lüftet. Hierbei ist zu beachten, daß der Anziehstrom von der jeweils vorhandenen Luftspaltweite zwischen der die Bremskörper beaufschlagenden Ankerscheibe und dem Lüftungsmagneten abhängig ist. Das von der Bremse getragene Kennmoment M_k ist von der jeweiligen Federbestückung abhängig, die ebenso den Verlauf der Bremsmoment-Strom-Kennlinie beinflußt, die für den jeweiligen Einsatzfall bekannt ist und in einer Auswerteinrichtung eingespeichert werden kann. So läßt sich für den augenblicklichen Erregerstrom IL der Bremse, der mit beginnender Bewegung des Hebezeugantriebs gemessen wird, mit ausreichender Genauigkeit das zugehörige Lastmoment ermitteln und danach das Anfahrmoment des Antriebsmotors einstellen. Zu dieser indirekten Messung des Lastmomentes läßt sich mit einfachen Mitteln derjenige Zeitpunkt abpassen, bei dem sich das Antriebssystem zu dem der Bremsenrotor und der Rotor der Antriebsmaschine gehören, in Bewegung setzt. Da für diesen Zeitpunkt $M_{Bremse} = M_{Last}$ gilt, kann darauf über den Lastregelkreis der Antriebsmaschine deren Anfahrmoment so eingestellt werden, daß sich eine koordinierte Lastmomentübergabe zwischen Bremse und Maschine ergibt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Anfahren eines unter Last stehenden Hebezeuges, wie eines Aufzuges oder eines Krans, das von einem lastabhängig über den Regelkreis eines Lagereglers gesteuerten Antriebsmotor bei den Hubvorgängen angetrieben und jeweils im Stillstand von einer elektromagnetisch lüftbaren Federkraftbremse als Feststellbremse gehalten wird, wobei beim Anfahrvorgang durch Aufschalten eines Erregerstromes auf die Bremse eine Übergabe des Lastmomentes von der Breme an den Motor erfolgt,
dadurch gekennzeichnet,
daß beim Anfahrvorgang der Erregerstrom für die Bremse zeitabhängig bis zu demjenigen Zeitpunkt erhöht wird, bei dem sich der Hebezeugantrieb in Bewegung zu setzen beginnt und bei dem die Größe des augenblicklichen Bremsmomentes aus dem Erregerstrom und aus den Kenngrö-ßen der Bremse ermittelt und in Abhängigkeit davon über den Regelkreis des Lagereglers der Motor auf ein dem so ermittelten Bremsmoment entsprechendes Anfahrmoment eingestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß bei der beginnenden Bewegung des Hebezeugantriebs die Bewegungsrichtung erfaßt und danach die Wirkrichtung des vom Motor bereitzustellenden Anfahrmomentes festgelegt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß ab der beginnenden Bewegung des Hebezeugantriebs der Erregerstrom für die Bremse weiter zeitabhängig bis auf den vollen Erregerstrom für die Bremslüftung erhöht wird.

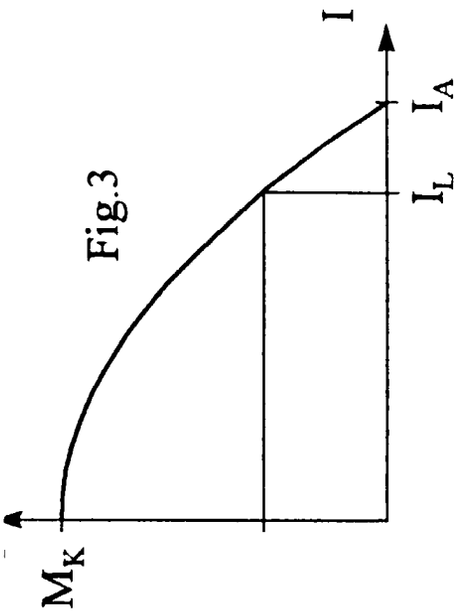

Fig.3

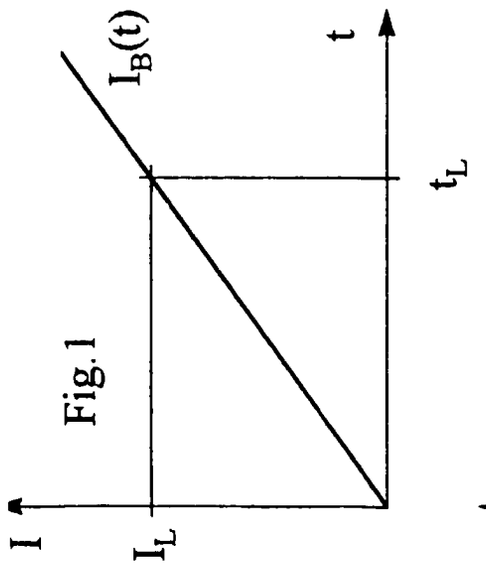

Fig.1

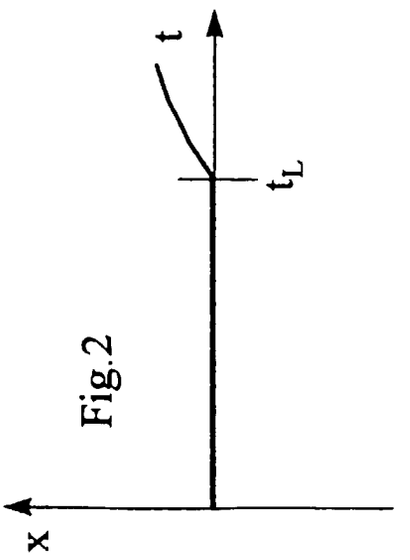

Fig.2