



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 232 790 A1

4(51) H 02 P 5/00

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP H 02 P / 267 804 4

(22) 01.10.84

(44) 05.02.86

(71) VEB Carl Zeiss JENA, 6900 Jena, Carl-Zeiss-Straße 1, DD

(72) Seider, Achim, Dipl.-Ing., DD

(54) Anordnung zur Drehzahlregelung von Gleichstrommotoren mit reproduzierbar veränderlicher Belastung

(57) Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Drehzahlregelung von Gleichstrommotoren mit reproduzierbar veränderlicher Belastung, die bei Positionier- bzw. drehzahlgeregelten Antrieben verwendet wird. Ziel der Erfindung ist die Verbesserung des Gleichlaufverhaltens, speziell bei niedrigen Drehzahlen. Aufgabengemäß sollen reproduzierbare Lastmomente des Motors mit geringem Aufwand sowie mit hoher Genauigkeit und Dynamik kompensiert werden. Erfindungsgemäß sind die Lastmomente des Motors bzw. ihnen proportionale Korrekturgrößen für jede auflösbare durch einen Zähler abgefragte Winkelstellung des Rotors gespeichert. Der Zählerstand bestimmt dabei die Adreßwahl des Speichers, dessen jeweils ausgegebene Korrekturgröße nach DA-Wandlung einem Stromregler zur Drehzahlregelung aufgeprägt wird. Fig. 1

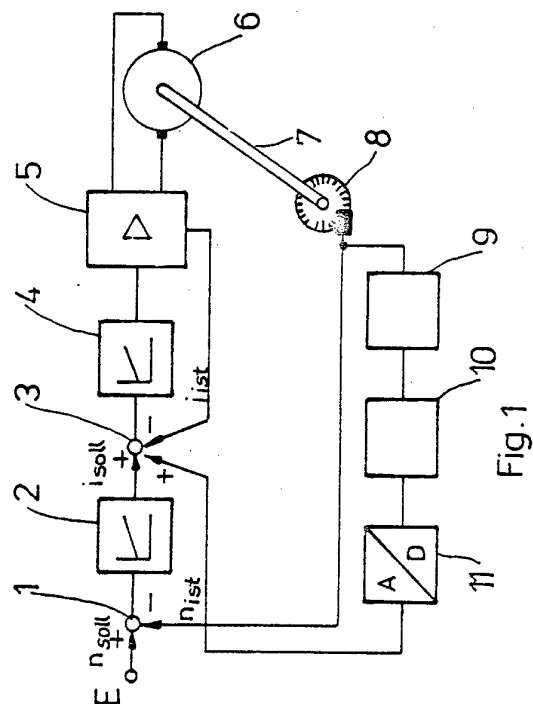


Fig.1

Patentanspruch:

Anordnung zur Drehzahlregelung von Gleichstrommotoren mit reproduzierbar veränderlicher Belastung, bei der über einen an der Welle des Gleichstrommotors angebrachten inkrementalen Winkelgeber und über einen an diesen angeschlossenen Zähler sowie über einen DA-Wandler ein Aufprägewert für einen Stromregler ermittelt wird, der über eine Leistungsstufe elektrisch mit dem Gleichstrommotor in Verbindung steht, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Zähler zur Erfassung der Winkellage des Rotors ausgangsseitig an Adreßeingänge eines Speichers angeschlossen ist, der für jedes Winkelinkrement des Gleichstrommotors einen zugeordneten Speicherplatz mit einem eingeschriebenen, dem Lastmoment des jeweiligen Rotorwinkels des Gleichstrommotors proportionalen, Korrekturwert besitzt und dessen Ausgang mit dem Eingang des DA-Wandlers in Verbindung steht.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Drehzahlregelung von Gleichstrommotoren mit reproduzierbar veränderlicher Belastung.

Anwendung findet die Erfindung bei Positionier- bzw. drehzahlgeregelten Antrieben mit sich periodisch wiederholender Belastung an der Motorwelle, insbesondere bei Gleichstrommotoren mit ausgeprägtem Nutpulsationsmoment.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Gleichstrommotoren mit ausgeprägtem Nutpulsationsmoment oder ähnlichen Lastmomentverläufen sind für hochpräzise Antriebe ohne Kompensation dieser Lastmomente nicht geeignet, da diese Momentstörgrößen besonders bei geringen Drehzahlen starke Drehzahlschwankungen verursachen.

Es ist allgemein bekannt („Grundlagen der elektrischen Antriebstechnik“, J. Vogel; Verlag Technik Berlin 1977) die Drehzahl von Motoren über inkrementale Geber am Motor zu erfassen, gegebenenfalls über Zähler auszuwerten und die Meßwertinformation als Istwert einem PI-Drehzahlregler zuzuleiten. Die digital/analog gewandelte Ausgangsgröße des Reglers beeinflusst über einen Stromregler das Moment und damit die Drehzahl des Motors. Bedingt durch mechanische Resonanzstellen im Motor, einschließlich der Getriebemittel ist das Reaktionsvermögen dieser Drehzahlregelung auf schnelle Lastschwankungen begrenzt. Insbesondere für Motoren mit dem besagten Nutpulsationsmoment ist mit diesem Regelungsprinzip die Drehzahlschwankung, speziell bei geringen Drehzahlen nicht ausregelbar.

Eine schräge Nutung im Läufer des Gleichstrommotors verringert zwar das Nutpulsationsmoment, erfordert jedoch einen entsprechend hohen Fertigungsaufwand bei der Herstellung. Außerdem stehen nicht in jedem Fall der Anwendung Motoren mit schräger Läuferfurnung zur Verfügung.

Es ist weiter bekannt (z. B. DE-AS 2337 722), für eine Kompensation von am Motor auftretenden Lastmomenten mit einem Sensor das Drehmoment an der Motorwelle zu messen. Dabei wird neben dem statischen Lastmoment auch das Beschleunigungsmoment erfaßt, was zu Fehlern bei der Störgrößenaufprägung auf einen Stromregler führt. Die Genauigkeit der Korrektur ist unbefriedigend.

Außerdem ist bekannt (z. B. DE-OS 1931 322), aus dem Ankerstrom des Motors und der Beschleunigung einen lastproportionalen Aufprägewert für einen Stromregler zu gewinnen. Das Beschleunigungsmoment wird dabei durch Differentiation der Spannung eines auf der Motorwelle befindlichen Tachogenerators gebildet. Störungen führen bei der Differentiation allerdings zu Fehlern, die diesen Aufprägewert verfälschen.

Zur Erhöhung der Genauigkeit bei der Kompensation der Lastmomente ist es ferner bekannt (DE-OS 2802 224), das Lastmoment durch einen Beobachter zu berechnen, der durch Motorstrom und -geschwindigkeit geführt wird. Der Motor wird dabei relativ aufwendig elektronisch nachgebildet (Operationsverstärkerschaltungen oder Rechner). Die Lastmomente können zwar mit dieser Anordnung sehr genau zur Korrekturwertbildung ermittelt werden, aber eine exakte Kompensation ist nur augenblicklich ohne Phasenverschiebung bei entsprechend geringer Korrekturzeit möglich.

Hierfür ist die Kompensationsanordnung nicht hinreichend schnell, so daß eine unzulängliche Dynamik, besonders bei schneller Belastungsänderung die Folge ist. Darüber hinaus ist der Schaltungsaufwand relativ hoch.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist die Verbesserung des Gleichlaufverhaltens, insbesondere bei niedrigen Drehzahlen und Verringerung des technisch-ökonomischen Aufwandes.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine die Motordrehzahl beeinflussende Kompensation reproduzierbarer Lastmomente des Motors mit hoher Genauigkeit und Dynamik und mit möglichst geringem technisch-ökonomischen Aufwand zu schaffen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei einer Anordnung zur Drehzahlregelung von Gleichstrommotoren mit reproduzierbarer veränderlicher Belastung, bei der über einen an der Welle des Gleichstrommotors angebrachten inkrementalen Winkelgeber und über einen an diesen angeschlossenen Zähler sowie über einen DA-Wandler ein Aufprägewert für einen Stromregler ermittelt wird, der über eine Leistungsstufe elektrisch mit dem Gleichstrommotor in Verbindung steht, dadurch gelöst, daß der Zähler zur Erfassung der Winkellage des Rotors ausgangsseitig an Adreßeingänge eines Speichers angeschlossen ist, der für jedes Winkelinkrement des Gleichstrommotors einen zugeordneten Speicherplatz mit einem eingeschriebenen, dem Lastmoment des jeweiligen Rotorwinkels des Gleichstrommotors proportionalen, Korrekturwert besitzt und dessen Ausgang mit dem Eingang des DA-Wandlers in Verbindung steht.

Der an den inkrementalen Winkelgeber angeschlossene Zähler ermittelt nicht, wie herkömmlich, den Istwert für den Drehzahlregler, sondern er dient zur Erfassung der Winkellage des Rotors. Jedem Zählwert ist ein Speicherplatz des nachfolgenden Speichers zugeordnet, in den für jeden Zählerstand und damit für jede Winkellage des Rotors ein dem jeweiligen Lastmoment dieser Winkellage proportionaler Korrekturwert eingeschrieben ist. Zur Programmierung des Speichers werden diese den jeweiligen Winkellagen entsprechenden reproduzierbaren und damit bekannten Lastmomente ermittelt und daraus die jeweiligen Korrekturwerte für das Einschreiben in den Speicher gewonnen. Der jeweils am Ausgang des Speichers ausgegebene vom Rotorwinkel des Motors abhängige Korrekturwert wird unmittelbar digital/analog gewandelt und als Aufprägewert für den Nennstrom zur Steuerung der Drehzahl dem Stromregler zugeführt. Der Zählumfang des Zählers ist gleich der Anzahl der Impulse, die der inkrementale Geber während einer Periode des Lastmomentes (z.B. eine volle Umdrehung des Rotors vom Gleichstrommotor abgibt).

Mit der erfindungsgemäßen Anordnung werden somit die reproduzierbaren rotorwinkelabhängigen Lastmomente (die bekannt bzw. ermittelbar sind) für jede Winkelstellung im Echtzeitbetrieb sehr genau erfaßt und ohne Phasenverschiebungen (wie sie beispielsweise bei Rechenoperationen unvermeidlich sind) und verzögernde Signallaufzeiten sofort zu einer Korrekturgröße für die Stromsteuerung zur Drehzahlregelung verarbeitet. Damit ist die Kompensation der Lastmomente auch für sich schnell ändernde reproduzierbare Lastbedingungen sehr exakt (hohe Dynamik).

Ausführungsbeispiele

Die Erfindung soll nachstehend anhand zweier in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1 Erfindungsgemäße Anordnung in Hardwareausführung

Fig. 2 Rechnergestützte Anordnung zur Drehzahlregelung

In Fig. 1 ist eine reine Hardwareausführung der erfindungsgemäßen Anordnung dargestellt. An einem Eingang E liegt die Soll-drehzahl n_{Soll} an, die über eine Additionsstelle 1 an einen PI-Drehzahlregelverstärker 2 zur Einstellung eines der Differenz aus Soll- und Ist-drehzahl entsprechenden Stromes i_{Soll} gelangen, der über eine Additionsstelle 3 in einen Stromregelverstärker 4 eingespeist wird. Der Ausgangsstrom des PI-Drehzahlregelverstärkers 4 speist über eine Leistungsstufe 5 mit einer Stromrückführung für den Iststrom i_{Ist} auf die Additionsstelle 3 einen Gleichstrommotor 6, an dessen Rotorwelle 7 ein inkrementaler Winkelgeber 8 angeordnet ist. Der Ausgang des inkrementalen Winkelgebers 8 ist zur Signalisierung der Ist-drehzahl n_{Ist} auf die Additionsstelle 1 rückgeführt. Die beschriebene Anordnung bildet einen an sich bekannten Drehzahlregelkreis zur Einstellung der Motordrehzahl mit unterlagertem Stromregler. Auf die Funktion eines derartigen Regelkreises, die hinreichend bekannt ist, soll nicht weiter eingegangen werden.

Zusätzlich ist der Ausgang des inkrementalen Gebers 8 mit dem Eingang eines Zählers 9 verbunden, der ausgangsseitig die Adreßeingänge eines Speichers 10 ansteuert. Der Ausgang des Speichers 10 steht über einen DA-Wandler 11 mit der Additionsstelle 3 in Verbindung. Der Zählumfang des Zählers 9 entspricht der Impulsanzahl, die der inkrementale Geber 8 während einer Lastmomentperiode abgibt. Der Zähler 9 bildet die Adresse für den Speicher 10 mit der gleichen Anzahl an Speicherplätzen. Jeder Speicherplatz ist dadurch einem Winkelinkrement an der Rotorwelle 7 zugeordnet. Der Speicher 10 ist mit Informationen beschrieben, die den zu den jeweiligen Rotorwinkeln gehörenden Lastmomenten proportional sind. Diese Information wird jeweils nach DA-Wandlung dem Eingang des besagten Stromreglers zugeführt.

In Fig. 2 gelangt die Information der Soll-drehzahl n_{Soll} über den Eingang E an einen Einchipmikrorechner 12, der über den DA-Wandler 11 mit dem Eingang des Stromreglers (bestehend aus Additionsstelle 3, Stromregelverstärker 4 und Leistungsstufe 5) in Verbindung steht. Der Zähler 9 zählt die Impulse des auf der Rotorwelle 7 des Gleichstrommotors 6 angeordneten inkrementalen Gebers. Der Rechner fragt den Zähler 9 in einem festen Taktregime ab und errechnet durch Differenzbildung der Zählerstände die Motorgeschwindigkeit und die Zählimpulse für einen softwaremäßig realisierten Positionszähler. Dieser Zähler steuert entsprechend seines Zählerstandes die Adreßwahl eines im Einchipmikrorechner 12 integrierten Speichers, in dem wie im ersten Beispiel die Momentkorrekturwerte enthalten sind. Im Einchiprechner wird ein PI-Drehzahlalgorithmus realisiert, der also auch eine Positionierung der Rotorwelle 7 ermöglicht. Beim Einschalten des Antriebes erfolgt ein einmaliger Testlauf, der den Motor an n aufeinanderfolgenden Stellen positioniert. An jeder Stelle wird der Stromwert i_n im Einchipmikrorechner 12 abgespeichert, der zum Halten der Position notwendig ist und genau dem momentanen Lastmoment entspricht. Der Positionszähler, der softwaremäßig realisiert ist, besitzt n Zustände, wird beim Einschalten genullt und zeigt ständig die aktuelle Position der Rotorwelle 7 an. Eine Anzahl von n Impulsen des inkrementalen Gebers 8 stellt diesen Zähler jeweils um eine Position weiter. Das Produkt $m \cdot n$ Impulse bildet einen Winkelwert der Rotorwelle 7, der genau einer Lastmomentperiode des Gleichstrommotors 6 entspricht.

Nach dem Testlauf bearbeitet der PI-Drehzahlregler des Einchipmikrorechners 12 die anliegenden Drehzahlsollwerte. Zum Stromsollwert aus dem PI-Drehzahlalgorithmus werden jetzt (wie prinzipiell im Ausführungsbeispiel 1 beschrieben) die vorher abgespeicherten Stromwerte i_n entsprechend der Stellung des Positionszählers addiert.

