

PATENTSCHRIFT 145 565

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

Int. Cl.³

(11) 145 565 (44) 17.12.80 3(51) G 01 L 3/10
(21) WP G 01 L / 215 005 (22) 16.08.79

(71) siehe (72)

(72) Hellmund, Hans-Joachim, Dipl.-Ing., DD

(73) siehe (72)

(74) VEB Robotron-Büromaschinenwerk Sömmerda, 5230 Sömmerda,
Weißenseer Straße 52

(54) Einrichtung zur Messung des Drehmoments an elektrischen
Schrittmotoren

(57) Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Messung des Drehmoments an elektrischen Schrittmotoren, die in Druckeinrichtungen datenverarbeitender Anlagen verwendet werden. Ziel der Erfindung ist eine ökonomische Einrichtung zur Messung kleiner Drehmomente an Schrittmotoren. Die technische Aufgabe besteht darin, eine Einrichtung zu schaffen, die die Eigenart eines schrittweisen Antriebes berücksichtigt und ein digital auswertbares Meßergebnis liefert. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß der Schrittmotor von einer mechanisch gekuppelten Antriebsmaschine mit wählbarer Drehzahl angetrieben wird, die einzelnen Phasenwicklungen des Schrittmotors von einem konstanten Strom vorwählbarer Größe erregt werden und die während einer Umdrehung des Rotors des Schrittmotors in der jeweiligen bestromten Phasenwicklung induzierte Rotations-EMK amplitudenmäßig zu diskreten Zeitpunkten abgetastet und die zwischen zwei Nulldurchgängen der Rotations-EMK erfaßten Abtastwerte digital gespeichert werden, aus denen Spitzenwerte und Nulldurchgänge bei den vorgewählten Erregerströmen ermittelt und zur Ausgabe und zur grafischen und/oder rechnerischen Auswertung aufbereitet werden. - Fig. 1 -

-1- 215 005

Titel der Erfindung

Einrichtung zur Messung des Drehmoments an elektrischen
Schrittmotoren

5

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur digital auswertbaren Messung kleiner Drehmomente an elektrischen
10 Schrittmotoren, die beispielsweise zum Antreiben und Positionieren von Universaltypenträgern und Druckwagen, zum Papier- oder Farbbandvorschub in Druckeinrichtungen datenverarbeitender Anlagen verwendet werden.
Zur Beschleunigung von Massen aus der Ruhelage und zum Ab-
15 bremsen an definierten Stellen haben derartige Antriebsmotore während einer relativ kurzen Einschaltdauer ein hohes Beschleunigungs- bzw. Verzögerungsmoment aufzubringen. Schrittmotore werden nicht an ein Netz konstanter Spannung, sondern an ein besonderes Steuergerät angeschlossen,
20 sen, das durch Steuerimpulse eine schrittweise Drehung des Rotors, meistens durch Umschalten und Umpolen der Feldspulen bewirkt. Die Ansteuerschaltungen der Schrittmotore sind meist so ausgeführt, daß in die Wicklungen des Motors der für extreme Lastbedingungen erforderliche Strom
25 eingespeist wird. Bekanntlich ist das Drehmoment bei Schrittmotoren frequenzabhängig und fällt bei steigender Ansteuerfrequenz gegen Null ab. Jeder Ansteuerfrequenz

einen optimierten Schrittmotor zuzuordnen, erfordert einen unvertretbar hohen Aufwand an mechanischen und elektrischen Elementen. Ein für hohe Ansteuerfrequenzen ausgelegter Schrittmotor ist bei niedrigen Ansteuerfrequenzen überdimensioniert, unwirtschaftlich im Energieverbrauch und außerdem treten Wärmeprobleme auf. Zur optimalen Lösung von eingangs genannten Antriebsaufgaben mit Schrittmotoren ist die Messung des an der Welle bei vorgegebenen Parametern abgebbaren Drehmoments in der Größenordnung von 30 - 40 Nm wesentlich.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Naheliegend zur Erfassung des Drehmoment-Istwertes ist die Verwendung bekannter mechanischer Meßeinrichtungen nach dem Abbremsprinzip.

Nachteilig ist die große Einschwingzeit des Systems und der Aufwand zur Wandlung des mechanischen Zeigerausschlages in eine digital auswertbare Größe. Auch eine im Kraftarm der mechanischen Waage eingebaute oder anstelle einer Waage eingesetzte Meßdose liefert bei dynamischen Vorgängen nicht das an der Maschinenwelle angreifende Drehmoment. Der Meßwert differiert um die durch die Massenträgheiten der Maschine bedingten Beschleunigungsmomente. Eine Lösung des Problems stellt die Drehmomentmeßwelle dar, die in den Antriebsstrang eingesetzt wird. Aus der DE-AS 2 228 041 ist eine Anordnung zum Messen des auf eine Welle einwirkenden Drehmoments bekannt, die aus einem ersten Zahnrad besteht, das auf dem freien Ende einer Büchse angeordnet ist, die in die Meßwelle übergeht.

Ein zweites Zahnrad ist direkt auf dem vorderen Teil der Meßwelle befestigt, der einen kleineren Querschnitt aufweist und teilweise von der Büchse umschlossen wird. Um das die Meßwelle torquierende Drehmoment zu bestimmen, wird die Zahnstellung des zweiten Zahnrades verglichen. Hierzu sind in unmittelbarer Nähe der Verzahnungen eine Meßeinrichtung angeordnet. Beim Vorübergang der Zähne an

den beiden Sensoren der Meßeinrichtung wird je eine Sinusschwingung induziert, deren Phasenverschiebung zueinander ein Maß für das auf die Welle einwirkende Drehmoment darstellt.

- 5 Eine ähnliche Anordnung wird in der DE-OS 2 435 286 beschrieben. Unterschiedlich ist, daß die Meßwelle selbst mit jeweils paarweise diametral angeordneten axial versetzten, aber in einer Ebene radial abtastbaren Zähnen versehen ist. Bei Ausübung eines Drehmomentes auf die Meßwelle
10 ändert sich der Abstand benachbarter Zahnpaare. Unterschiedlich ist, daß eine Meßeinrichtung mit nur einem Sensor in unmittelbarer Nähe der Zähne angeordnet ist und das Ausgangssignal einem nachgeschalteten Komparator zur Erzeugung einer Impulsfolge zugeführt wird. Die Impulsfolge
15 führt über den Schaltzustand eines bistabilen Multivibrators zu einem sich ändernden Ausgangssignal, dessen Mittelwert eine analoge Anzeige des auf die Meßwelle wirkenden Drehmomentes darstellt.

- Nachteilig ist, daß die auf dem Prinzip torquierter Meßwellen beruhenden Anordnungen nur zur Bestimmung relativ
20 großer Drehmomente geeignet sind. Drehmomente an Schrittmotoren in der Größenordnung bis 40 Nm der eingangs genannten Anordnung sind mit derartigen Anordnungen nicht meßbar. Zur Behebung dieses Nachteils ist aus der DE-OS 2 331 768
25 eine Anordnung bekannt geworden, die gleichfalls das Meßwellenprinzip verwendet, aber zur Messung kleiner Drehmomente vorgesehen ist.

- Die mit dem Drehmoment beaufschlagte Meßwelle ist mit vier-
in symmetrischer Anordnung auf der Welle befestigten Dehnungsmeßstreifen versehen, die über Kontaktringe und vier
30 in stationären Ringnuten befindliche Quecksilberbäder zu einer Meßbrücke verschaltet sind. Vorteilhaft ist zwar, daß durch die Kontaktring-Quecksilberkombination die bekannten gleitenden Bürstenkontakte mit relativ hohem und
35 veränderlichem Widerstand ersetzt werden.

Nachteilig ist jedoch der hohe fertigungstechnische Aufwand, um durch eine ausreichende Abdichtung Leckverluste

an Quecksilber zu vermeiden. Nachteilig ist weiterhin, daß die Dehnungsmeßstreifen Eigenschaften eines Feder-Massenschwingers aufweisen, der bei Motoren mit schrittweise angetriebenen Rotor nicht anwendbar ist.

- 5 Nach den Gesetzen der Elektrodynamik ist das Wellendrehmoment einer elektrischen Maschine proportional dem Vektorprodukt aus Strom und magnetischem Fluß.

Es ist aus der US-PS 3 019 640 eine Schaltung bekannt, bei der eine dem magnetischen Fluß proportionale Größe aus dem Kehrwert einer drehzahlproportionalen Größe durch ein Netzwerk erzeugt wird und in einen Multiplikator mit einer dem Ankerstrom proportionalen Größe multipliziert wird. Die Anzeige des Multiplikators stellt das elektrische Wellenmoment einer Gleichstrommaschine dar. Das gleiche Schaltungsprinzip ist auch für Asynchronmaschinen anwendbar.

15 Aus der DE-AS 1 142 709 ist eine Anordnung zur Messung des Drehmomentes von Induktionsmaschinen auf elektrischem Wege bekannt, bei der zu der Speisespannung außerhalb der Induktionsmaschine durch eine Ersatzschaltung der Anteil der Spannungsabfälle, die durch den primären Streubildwiderstand und den ohmschen Widerstand der Primärwicklung hervorgerufen werden, vektoriell addiert wird und der daraus entstehende, der elektromotorischen Kraft entsprechende Wert mit dem Speisestrom phasenwinkelgerecht multipliziert

25 wird.

Aus der DE-AS 1 954 089 ist eine Einrichtung bekannt, bei der zum Erzeugen einer dem Drehmoment einer Induktionsmaschine proportionalen Größe eine dem Stromistwert proportionale Spannung am Eingang und eine der Netzspannung

30 proportionale Spannung am Steuereingang eines phasenempfindlichen Demodulators angelegt wird und das gleichgerichtete Ausgangssignal des Demodulators als Maß für das Drehmoment benutzt wird.

Nachteilig ist, daß die Lösungen nur für Elektromotore geeignet sind, die an einer konstanten Spannung liegen und deren Rotor eine kontinuierliche Drehung ausführt.

Für mit impulsförmigen Spannungen angesteuerte Reluktanz-

motore mit schrittweiser Rotorbewegung sind diese Lösungen nicht anwendbar.

Ziel der Erfindung

5

Ziel der Erfindung ist die Schaffung einer konstantgünstigen Einrichtung zur Messung vorzugsweise kleiner Drehmomente speziell an elektrischen Schrittmotoren, die gegenüber dem bekannten Stand der Technik ein schnelles und ausreichend genaues Bestimmen des Drehmomentes gestattet und eine wirtschaftliche qualitätsgerechte Serienfertigung von Schrittmotoren ermöglicht.

10

Darlegung des Wesens der Erfindung

15

Technische Aufgabe

Die technische Aufgabe, die durch die Erfindung gelöst wird, besteht darin, mit vertretbarem Aufwand eine Einrichtung zur Messung des Drehmomentes an elektrischen Schrittmotoren für Antriebsaufgaben in datenverarbeitenden Anlagen zu realisieren, die die Eigenart eines schrittweisen Antriebes berücksichtigt und die innerhalb einer Rotordrehung eine digital auswertbare dem Wellendrehmoment entsprechende Meßgröße bei wählbaren Parametern liefert.

25

Merkmale der Erfindung

Merkmale der Erfindung sind, daß der Schrittmotor von einer mechanisch gekuppelten Antriebsmaschine mit wählbarer Drehzahl angetrieben wird, die einzelnen Phasenwicklungen des Schrittmotors von einem konstanten Strom vorwählbarer Größe erregt werden und die während einer Umdrehung des Rotors des Schrittmotors in der jeweiligen bestromten Phasenwicklung induzierte Rotations-EMK amplitudenmäßig zu diskreten Zeitpunkten abgetastet und die zwischen zwei Nulldurchgängen der Rotations-EMK erfaßten Abtastwerte digital gespeichert

30

35

chert werden, aus denen die Spitzenwerte und die Nulldurchgänge der Rotations-EMK der einzelnen Phasenwicklungen bei den vorgewählten Erregerströmen ermittelt und zur Ausgabe auf einen Datenträger zur grafischen und/oder rechnerischen Auswertung aufbereitet werden.

In vorteilhafter Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Lösung kann die Drehzahl der Antriebsmaschine während einer oder mehrerer Umdrehungen beliebig sein, sollte jedoch während einer Periode der Rotations-EMK näherungsweise konstant sein, wird die Größe des konstanten Erregerstromes durch die Phasenwicklungen des Schrittmotors in gestuften Bereichen vorgewählt, sollten innerhalb einer Periode der Rotations-EMK mindestens 50 Abtastwerte erfaßt werden und zur rechnergestützten Auswertung wird die Betriebsart des Schrittmotors zentral in eine Eingabeeinheit eingegeben. In weiterer Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Lösung kann die Ausgabe auf einem Datenträger mechanisch oder nichtmechanisch erfolgen, kann die grafische Auswertung beispielsweise derart durchgeführt werden, daß jedem vorgewählten Erregerstrom eine Drehmoment-Drehzahlkennlinie zugeordnet ist und kann die rechnerische Auswertung in Form einer numerischen Darstellung des Drehmomentes in Abhängigkeit von der Drehzahl des Antriebsmotors und den die Phasenwicklungen durchfließenden Erregerströmen erfolgen.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden.

In der zugehörigen Zeichnung zeigen:

Fig. 1: das vereinfachte Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels nach der erfindungsgemäßen Meßanordnung

Fig. 2: der zeitliche zugeordnete Verlauf charakteristischer Meß- und Hilfssignale während einer Periode der Rotations-EMK einer Phasenwicklung.

- Die erfindungsgemäße Meßanordnung besteht nach Fig. 1 aus dem zu prüfenden Schrittmotor SM, der von dem Antriebsmotor AM über die mechanisch miteinander verbundenen Motorwellen AW und SW angetrieben wird und den blockschaltmäßig
- 5 dargestellten elektronischen Baugruppen, deren Zusammenwirken vereinfacht durch Verbindungslinien angedeutet wird. Dem nachfolgend beschriebenen und in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel liegt die Drehmomentmessung und Auswertung an einem dreiphasigen Schrittmotor zugrunde.
- 10 Selbstverständlich kann mit der erfindungsgemäßen Meßanordnung das Drehmoment auch an Schrittmotoren größerer Leistung und beliebiger Phasenzahl bestimmt werden. Die blockschaltmäßige dargestellten elektronischen Baugruppen sind eine Spannungsquelle G, eine Konstantstrom-
- 15 quelle Kq und eine Schalteinrichtung Se, die nacheinander die Phasenwicklungen Phw des Schrittmotors SM an die Konstantstromquelle Kq schaltet. Durch die jeweilig angeschaltete Phasenwicklung Phw fließt ein Erregerstrom I, der durch die Eingabeeinheit E vorprogrammiert wird. Die in
- 20 der jeweilig angeschalteten Phasenwicklung Phw induzierte EMK U liegt einerseits an einem Komparator Ko und andererseits an einem Analog-Digitalwandler A/D, dessen digitalen Ausgangswerte einer Speichereinheit Sp zugeführt werden. Ein von der Eingabeeinheit E vorprogrammierter Taktgenerator Tg ist mit dem Analog-Digitalwandler A/D, der Spei-
- 25 chereinheit Sp und einer Recheneinheit Re zur Auswertung der gespeicherten Werte verbunden. Auf die Recheneinheit Re folgt eine Ausgabeeinrichtung Ae, die die Rechnerwerte mechanisch oder magnetisch auf einen Datenträger Dt fixiert, wobei der Datenträger Dt beliebig als Lochstreifen oder
- 30 Magnetband ausgeführt sein kann. Der Datenträger Dt kann mit einer Auswerteeinrichtung Ar rechnerisch in Form einer numerischen Darstellung und/oder mit einer Auswerteeinrichtung Ag grafisch in Form einer Drehmoment-Drehzahlkenn-
- 35 linie verarbeitet werden.
- Anhand der Fig. 1 und 2 soll die Funktion der erfindungsgemäßen Meßanordnung beschrieben werden.

Im Gegensatz zu bekannten Anordnungen zur Bestimmung des an der Motorwelle abgebbaren Drehmomentes wird der zu prüfende Schrittmotor SM von einem Antriebsmotor AM mechanisch angetrieben und durch definierte Einzelbestromung der Phasenwicklungen Phw werden konkrete Belastungsfälle
5 simuliert bzw. sind unzulässige Fertigungstoleranzen zwischen den einzelnen Phasen des Schrittmotors erkennbar. Als Antriebsmotor AM eines Schrittmotors mit einem Drehmoment von 30 bis 40 Nm wird zweckmäßig ein störrarmer
10 Asynchronmotor mit einem angenähert doppeltem Drehmoment eingesetzt. Wichtig ist, daß der Rotor des Antriebsmotors AM ein ausreichendes Trägheitsmoment aufweist, das notfalls durch eine Schwungmasse zu vergrößern ist, um einen gleichmäßigen Lauf des angetriebenen Schrittmotors SM zu
15 gewährleisten. Diese Maßnahme ist erforderlich, weil der phasenwicklungsweise bestromte Schrittmotor SM den Antriebsmotor AM nicht gleichmäßig belastet. Die Belastung des Antriebsmotors AM schwankt je nach Zähnezahl des Schrittmotors SM während einer Umdrehung des Rotors ständig
20 zwischen zwei Extremwerten. Bei einem beispielsweise dreiphasigen Schrittmotor mit einer Schrittzahl von 60 ergeben sich 20 Belastungsschwankungen je Phase und Umdrehung. Die Drehzahl des Antriebsmotors AM wird zweckmäßig so gewählt, daß sie angenähert in den Nenndrehzahlbereich des zu prüfenden Schrittmotors fällt.
25 Für viele Anwendungsfälle ist ein vierpoliger Asynchronmotor mit Kurzschlußläufer und einer Drehzahl im Bereich von 1400 - 1450 U/min ausreichend. Motore mit Kollektor oder Schleifringen sind für diese Anwendung unzuweckmäßig.
30 Zur Ausschließung von Meßwertverfälschungen ist ein unvertretbar hoher Aufwand an Entstörmitteln zu treiben. Ein wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung ist, daß der Meßvorgang in sehr kurzer Zeit bei einem dreiphasigen Schrittmotor beispielsweise nach maximal 6 Umdrehungen des Rotors und eine weitere zur Kontrolle des Meßergebnisses erforderlich ist.
35

- Der eigentliche Meßvorgang bei einem dreiphasigen Schrittmotor mit einer Schrittzahl von 60 ist an sich für eine Phase bereits nach dem zwanzigsten Teil einer Umdrehung des Rotors beendet. Die übrigen Neunzehnzwanzigstel einer
- 5 Umdrehung werden zur Feststellung von Fertigungstoleranzen und sonstigen Ungenauigkeiten registriert, verglichen und ausgewertet. An die Drehzahlkonstanz des Antriebsmotors AM werden deshalb keine übertrieben hohen Anforderungen gestellt, sofern ein ausreichend hohes Trägheitsmoment zum
- 10 Ausgleich von Belastungsschwankungen gegeben ist. Zur Bestromung einer Phasenwicklung Phw des Schrittmotors SM werden die Phasenwicklungen Phw durch einen steuerbaren elektronischen Schalter Se nacheinander an eine Konstantstromquelle Kq gelegt, deren Strombereich kontinuierlich
- 15 im Bereich von ca. 0,5 bis 6 A durchgesteuert wird. Die Steuerung erfolgt von einer Eingabeeinheit E aus, in die die Kennwerte des zu prüfenden Schrittmotors vorprogrammiert eingegeben und gleichzeitig bevorzugt definierte Stromstärken berücksichtigt werden, die interessierenden
- 20 Arbeitsbereichen bestimmter vorgesehener Antriebsaufgaben entsprechen. Die in der jeweilig bestromten Phasenwicklung Phw des Schrittmotors SM entstehende Rotations-EMK U wird durch die gleiche Schalteinrichtung Se an den Komparator Ko und an den Ana-
- 25 log-Digitalwandler A/D geschaltet. Der Komparator Ko bestimmt die Nulldurchgänge t_1 ; t_2 ; t_3 ; nach Fig. 2 der Rotations-EMK U und liefert ein entsprechendes Ausgangssignal in Form von Nadelimpulsen Kn an den Speicher Sp zur Einspeicherung an definierten Speicherplätzen und an die Re-
- 30 cheneinheit Re zur Steuerung der Auswertung des Speicherinhaltes. Ein von der Eingabe E programmierter Taktgenerator Tg erzeugt Nadelimpulse Tgn, die ebenfalls am Eingang des Analog-Digitalwandlers A/D liegen.
- 35 Die Frequenz des Taktgenerators Tg wird so gesteuert, daß pro Periode der Rotations-EMK mindestens 50 Nadelimpulse Tgn am Eingang des Analog-Digitalwandlers zur Verfügung stehen

und der Analog-Digitalwandler A/D mindestens 50 digital verschlüsselte Werte, die dem Verlauf der Amplitude der Rotations-EMK U einer Phasenwicklung Phw während einer Periode entsprechen, an die Speichereinheit Sp geben kann.

5 Der Taktgenerator Tg ist ebenfalls mit der Speichereinheit Sp verknüpft, damit die von dem Analog-Digitalwandler A/D gelieferten Werte an definierte Speicherplätze gelangen. Die Speichereinheit Sp speichert jeweils 25 Werte zwischen zwei Nulldurchgängen $t_1; t_2$; bzw. $t_2; t_3$. Die absoluten

10 Spitzenwerte U_{ss} der Rotations-EMK U werden von der Recheneinheit Re aussortiert und der Ausgabeeinrichtung A_e zugeführt. Die Recheneinheit zählt gleichfalls die Anzahl der zwischen zwei Nulldurchgängen $t_1; t_2$ bzw. $t_2; t_3$ liegenden Taktimpulse Tgn und gibt die Werte der Nulldurchgänge $t_1;$

15 $t_2; t_3$ ebenfalls an die Ausgabeeinrichtung A_e . Die Ausgabeeinrichtung A_e steuert einen Streifenlocher oder ein Magnetband als Datenträger Dt. Für jede Phasenwicklung Phw werden getrennt nacheinander die Werte der Nulldurchgänge $t_1; t_2; t_3$ und der Spitzenwerte U_{ss} ermittelt, gespeichert,

20 ausgewertet und aufgezeichnet. Durch die Vielzahl der Werte, die für eine Phasenwicklung Phw während einer Umdrehung des Rotors des Schrittmotors anfallen, sind Vergleichsmöglichkeiten gegeben, die während der nachfolgenden zweiten Umdrehung des Rotors auf ihre Richtigkeit kontrolliert

25 werden. Die Aufzeichnungen auf dem Datenträger Dt setzen sich aus folgenden Werten für jede Phasenwicklung zusammen: Zu Beginn der Messung der jeweils eingestellte Stromwert I der von der Konstantstromquelle Kq durch die erste Phasenwicklung Phw getrieben wird, eine Satzmarke, die Impulszeit

30 zwischen den Nulldurchgängen $t_1; t_2; t_3$, der Spitzenwert U_{ss} einer Periode der Rotations-EMK U.

Nach weiteren Satzmarken werden die gleichen Werte der zweiten und der folgenden Phasenwicklungen Phw aufgezeichnet. Die codierten Aufzeichnungen auf dem Datenträger Dt

35 können in lesbarer Form in einer folgenden Einheit Ar rechnerisch ausgewertet und beispielsweise numerisch oder in einer Einheit Ag grafisch in Form einer Drehmoment-Dreh-

zahlkennlinie als Parameter des Erregerstroms dargestellt werden.

Mit Hilfe der numerischen und/oder grafischen Auswertung der Meßergebnisse können bei der Motorprüfung unzulässige

- 5 Fertigungstoleranzen - ungleichmäßige Luftspalte zwischen Rotor und Stator, ungleichmäßige Phasenwicklungen - erkannt werden, es können Belastungsfälle simuliert werden, um die Grenzen des sinnvollen Einsatzes eines bestimmten Schrittmotors zu erkennen und es kann kurzfristig das Dreh-
- 10 moment eines Schrittmotors in Abhängigkeit vom Erregerstrom bei einer bestimmten Drehzahl festgestellt werden.

Schließlich kann eine Fehlersimulation durchgeführt werden, in dem noch zulässige Luftspalt-Bewicklungs- und Statorblechtoleranzen als Vorgabe für eine qualitätsgerechte

- 15 Serienfertigung ermittelbar sind.

Patentanspruch

1. Einrichtung zum meßtechnischen Bestimmen des Drehmoments an mehrphasigen elektrischen Schrittmotoren, wobei er-
5 faßte drehmomentproportionale Meßgrößen verarbeitet werden, dadurch gekennzeichnet, daß der Schrittmotor (SM) von einer mechanisch gekuppelten Antriebsmaschine (AM) mit wählbarer Drehzahl (n) angetrieben wird, die einzelnen Phasenwicklungen (Phw) des Schrittmotors (SM)
10 von einem konstanten Strom (f) vorwählbarer Größe erregt werden und die während einer Umdrehung des Rotors des Schrittmotors (SM) in der jeweiligen bestromten Phasenwicklung (Phw) induzierte Rotations-EMK (U) amplitudenmäßig zu diskreten Zeitpunkten abgetastet und die
15 zwischen zwei Nulldurchgängen (t_1 ; t_2 bzw. t_2 ; t_3) der Rotations-EMK (U) erfaßten Abtastwerte digital gespeichert werden, aus denen die Spitzenwerte (U_{ss}) und die Nulldurchgänge (t_1 ; t_2 ; t_3) der Rotations-EMK (U) der einzelnen Phasenwicklungen (Phw) bei den vorgewählten
20 Erregerströmen (I) ermittelt und zur Ausgabe (Ae) auf einen Datenträger (Dt) zur grafischen und/oder rechnerischen Auswertung aufbereitet werden.
2. Einrichtung nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß
25 die Drehzahl (n) der Antriebsmaschine (AM) während einer oder mehreren Umdrehungen beliebig, jedoch während einer Periode der Rotations-EMK (U) näherungsweise konstant ist.
- 30 3. Einrichtung nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Größe des konstanten Erregerstromes (I) durch die Phasenwicklungen (Phw) des Schrittmotors (SM) in gestuften Bereichen vorgewählt wird.
- 35 4. Einrichtung nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb einer Periode der induzierten Rotations-EMK (U) einer Phasenwicklung (Phw) mindestens 50 Abtastwerte erfaßt werden.

5. Einrichtung nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur rechnergestützten Auswertung die Betriebsart des Schrittmotors (SM) zentral in eine Eingabeeinheit (E) eingegeben wird.
- 5
6. Einrichtung nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgabe auf den Datenträger (Dt) mechanisch oder nichtmechanisch erfolgt.
- 10 7. Einrichtung nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß die grafische Auswertung beispielsweise eine jedem Erregerstrom (I) zugeordnete Drehmoment-Drehzahlkennlinie ist.
- 15 8. Einrichtung nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß die rechnerische Auswertung eine numerische Darstellung des Drehmoments (M) in Abhängigkeit von Drehzahl (n) und Erregerstrom (I) ist.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

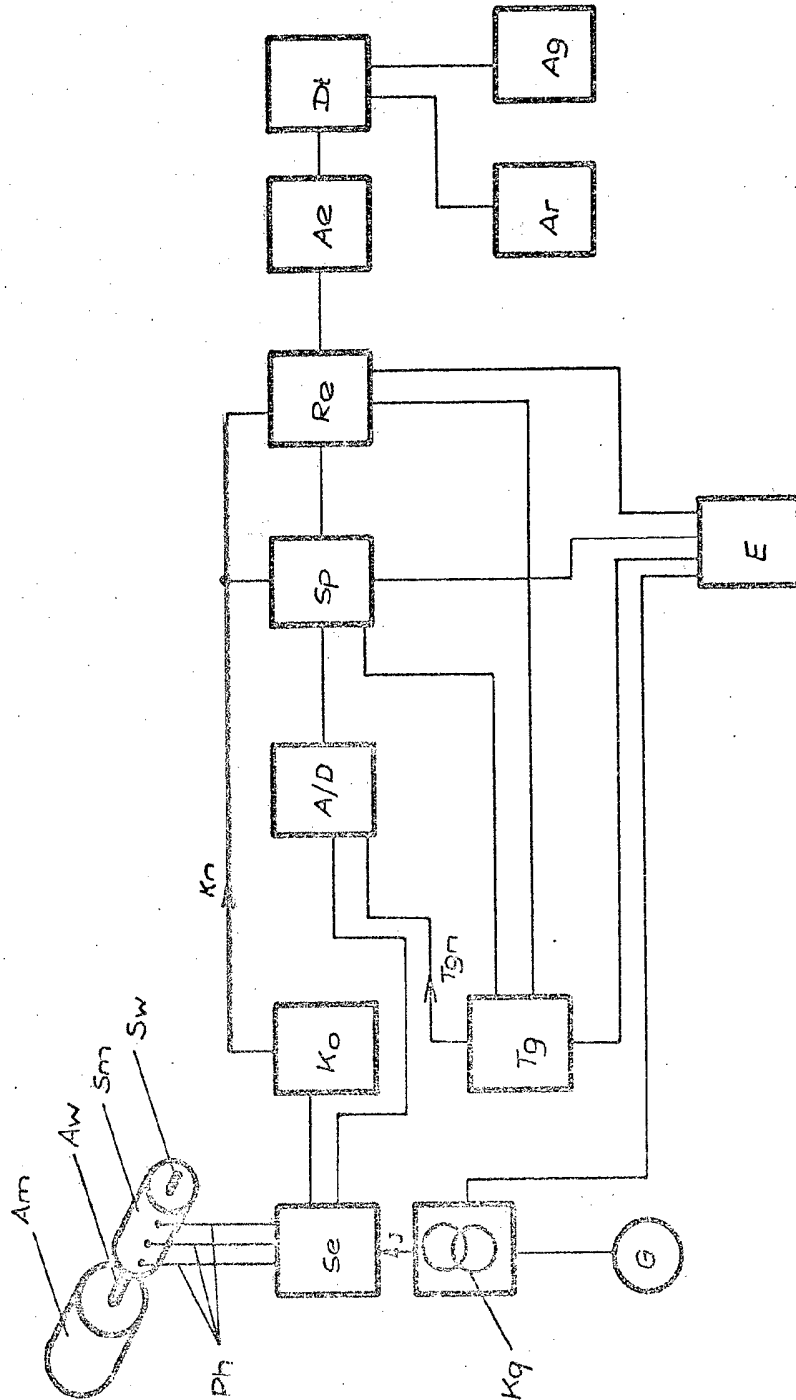


Fig. 1

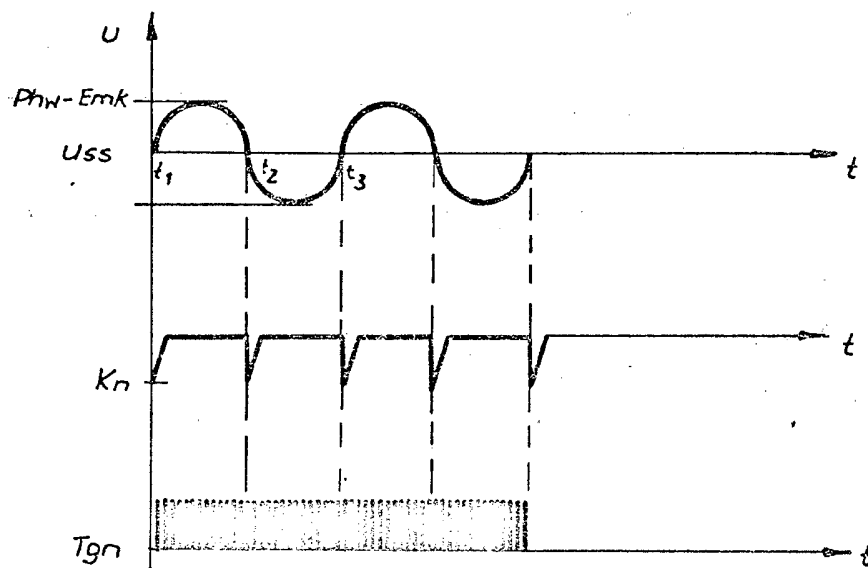


Fig. 2