



Zur automatischen Erkennung eines mechanisch kommutierten Gleichstrommotors (2), ist vorgesehen, eine elektrische Motorgröße (E_w) zu erfassen, Stromrippel (R) im Verlauf dieser Motorgröße (E_w) zu ermitteln, die Amplitude (A_R), Dauer und/oder zeitliche Stellung der erkannten Stromrippel (R) auszuwerten und mit vorbekannten Rippelmustern zu vergleichen, sowie aus einer vorbekannten Kenndatentabelle (T) eine Anzahl von einem bestimmten Motortyp zugeordneten Kenndaten auszuwählen, wenn die Amplitude (A_R), Dauer und/oder zeitliche Stellung der erkannten Stromrippel (R) mit einem Rippelmuster übereinstimmen, das diesem Motortyp zugeordnet ist.

Beschreibung

Automatische Erkennung eines mechanisch kommutierten Gleichstrommotors

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur automatischen Erkennung eines mechanisch kommutierten Gleichstrommotors (Kommutatormotor). Die Erfindung bezieht sich des Weiteren auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens sowie auf die Verwendung eines modifizierten Kommutatormotors für das Verfahren.

Kommutatormotoren werden insbesondere als Stellmotoren im Rahmen von Stellvorrichtungen (Stellsystemen) in einem Kraftfahrzeug eingesetzt, z.B. als Antrieb eines elektrischen Fensterhebers oder einer elektrischen Sitzverstellung. Für die Steuerung und/oder Überwachung des Motors in einer solchen Stellvorrichtung wird häufig die Kenntnis von spezifischen Motorkenndaten (Gerätekennkonstanten) wie z.B. der Polzahl, der Lamellenteilungszahl, des Motorwiderstandes, der Motorinduktivität, des Nennstroms, der Nennspannung, etc. benötigt. Eine oder mehrere dieser Kenndaten werden insbesondere benötigt, um anhand eines Motormodells (d.h. einer das elektrische, thermische und/oder mechanische Verhalten des Motors simulierenden mathematischen Formel) die Motorstellung oder Motorbelastung oder eine sonstige Betriebsgröße des Motors zu berechnen. Die jeweils benötigten Motorkenndaten sind üblicherweise softwaretechnisch in einer Steuereinheit des Stellsystems hinterlegt.

Die Abhängigkeit von Steuer- und Überwachungsprozessen von motorspezifischen Kenndaten behindert nachteiligerweise den Austausch des einer Stellvorrichtung zugeordneten Motors, z.B. gegen einen Motor anderer Leistung oder gegen einen Motor eines anderen Herstellers, zumal bei Austausch des Motors in aller Regel die der Stellvorrichtung zugeordnete Steuereinheit auf die neuen Motorkenndaten umprogrammiert werden muss. Eine einfache und flexible Austauschfähigkeit von Motoren ist aber andererseits bei Kraftfahrzeugstellvorrichtungen in höchstem Maße wünschenswert, z.B. um solche Stellvorrichtungen ein-

fach an unterschiedliche Einsatzzwecke, insbesondere verschiedene Fahrzeugtypen anpassen zu können.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen flexiblen und einfachen Austausch eines Kommutatormotors bei einer Kraftfahrzeugstellvorrichtung zu ermöglichen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 zur automatischen Erkennung des Motors hinsichtlich des Motortyps, dem er angehört.

Die Erfindung beruht allgemein auf der Idee, die zum Einsatz in solchen Stellvorrichtungen vorgesehenen Kommutatormotoren durch mechanische und/oder elektromechanische Modifikation derart zu kodieren, dass jeder Motortyp anhand der Charakteristik der von ihm erzeugten Stromrippel identifizierbar ist. Als (Motorstrom-)Rippel wird hierbei eine charakteristische Welligkeit (d.h. periodische, pulsartige Schwankungen) des Motorstroms bezeichnet, die durch die Kommutierung des Gleichstrommotors hervorgerufen wird.

Verfahrensgemäß werden eine elektrische Motorgröße erfasst, und Stromrippel im zeitlichen Verlauf dieser Motorgröße erkannt. Weiterhin werden die Amplitude, Dauer und/oder zeitliche Stellung der erkannten Rippel ausgewertet und mit vorbekannten Rippelmustern verglichen. Dabei werden aus einer vorbekannten Kenndatentabelle die einem bestimmten Motortyp zugeordneten Kenndaten ausgewählt, wenn die Amplitude, Dauer und/oder zeitliche Stellung der erkannten Rippel (nach Maßgabe vorgegebener Kriterien) mit einem Rippelmuster übereinstimmen, das diesem Motortyp zugeordnet ist.

Im Rahmen der Erfindung nutzbare Varianten zur Modifizierung eines Kommutatormotors und entsprechende Beeinflussung seines Rippelmusters sind (in anderem Zusammenhang) in DE 41 35 873 C2 beschrieben, auf die in diesem Sinne vollumfänglich Bezug genommen wird. Bevorzugt erfolgt die Modifikation im Rahmen der Erfindung aber dadurch, dass eine oder mehrere Spulen des Motors

mit geringfügig geringerer oder höherer Windungszahl gewickelt werden als die übrigen Spulen. Bei vierspuligen Motoren mit standardmäßig 25 Windungen pro Spule könnten beispielsweise u.a. folgende Windungszahlverhältnisse zur Kodierung von unterschiedlichen Motortypen herangezogen werden:

Motortyp	Kodierungsschema	Windungszahlverhältnis
A	1:0:0:0	27:25:25:25
B	-1:0:0:0	23:25:25:25
C	1:-1:0:0	27:23:25:25
D	1:1:0:0	27:27:25:25
E	1:0:1:0	27:25:27:25
...	...	...

Tab. 1

Die Kodierung des Typs -1:0:0:0 wird alternativ auch durch einen achtpuligen Motor mit einem vorteilhaften Windungsverhältnis von 26: 24:25:25:27:26:25:25 erzielt. Hier wiederholt sich das Rippelmuster mit jedem Motorhalbzyklus.

Bei der erfassten Motorgröße handelt es sich bevorzugt um die gegen-elektromotorische Kraft (auch als Back Electromagnetic Force, kurz: b-EMF oder Gegeninduktionsspannung bezeichnet), die im Betrieb des Motors erzeugt wird. Die b-EMF wird bevorzugt anhand des gemessenen Motorstroms und der gemessenen Motorspannung aus einem vorgegebenen Motormodell berechnet.

Bei dem verfahrensgemäß verwendeten Motormodell handelt es sich um eine mathematische Formel, insbesondere der Form

$$E = U_m - R_a \cdot I_a - L_a \cdot \frac{dI_a}{dt}, \quad \text{Glg. 1}$$

bzw. um ein diese Formel implementierendes Schaltungs- oder Programmmodul. In Glg. 1 bezeichnen

- E die in Einheiten einer elektrischen Spannung gemessene gegen-elektromotorische Kraft (b-EMF),
- U_m die an den Motorkontakten anliegende Motorspannung,
- R_a den ohmsche Motorwiderstand,
- i_a den zwischen den Motorkontakten fließenden elektrischen Motorstrom, genauer die Stromstärke desselben, und
- L_a die Induktivität des Motors.

Bei den Größen E , U_m und i_a handelt es sich um zeitabhängige Messgrößen, d.h. um Funktionen der Zeit. Bei den Größen R_a und L_a handelt es sich um Konstanten, die für die Durchführung des vorstehend beschriebenen Verfahrens mit vorgegebenen Standardwerten belegt sind (Der tatsächliche Motorwiderstand und die tatsächliche Induktivität sind als motorspezifische Kenndaten erst nach der Motorerkennung, mithin erst nach der Durchführung des vorstehend beschriebenen Verfahrens bekannt).

Bei der erfassten Motorgröße kann es sich ferner aber auch um den Motorstrom (genauer die Stromstärke desselben) oder um die Motorspannung, bevorzugt den Selbstinduktionsanteil derselben handeln.

In der Kenndatentabelle sind bevorzugt Kenndaten zu mindestens zwei – bevorzugt aber zu wesentlich mehr – unterschiedlichen Motortypen hinterlegt, wobei zu jedem dieser Motortypen zusätzlich Identifizierungsangaben zu einem dem Motortyp als Kodierung zugeordneten Rippelmuster hinterlegt sind. Diese Angaben sind insbesondere in Form von Schwellwerten hinterlegt. Beispielsweise sind zu dem – im obigen Beispiel dem Motortyp B zugeordneten – Kodierungsschema -1:0:0:0 als Identifizierungsangaben hinterlegt,

- dass jeder vierte Rippel eine einen ersten Schwellwert S_1 unterschreitende Amplitude aufweist, und
- dass die Amplituden der übrigen Rippel in einem zwischen zwei weiteren Schwellwerten S_2 und S_3 aufgespannten Intervall liegen,

wobei die Schwellwerte S_1 , S_2 und S_3 unter Beachtung der Relation $S_1 < S_2 < S_3$ vorgegeben sind.

Die obige Aufgabe wird weiterhin erfindungsgemäß gelöst durch eine Steuereinheit mit den Merkmalen des Anspruchs 6 zur Ansteuerung eines mechanisch kommutierten Gleichstrommotors einer Stellvorrichtung (auch: Stellsystem) für ein Kraftfahrzeug sowie durch eine Stellvorrichtung, die diese Steuereinheit sowie einen mechanisch kommutierten Gleichstrommotor umfasst (Anspruch 7). Die Steuereinheit ist hierbei – insbesondere schaltungs- oder programmtechnisch – zur automatischen Durchführung des vorstehend beschriebenen Verfahrens eingerichtet. Die Steuereinheit umfasst hierbei insbesondere

- Mittel zur Erfassung einer elektrischen Motorgröße,
- Mittel zur Ermittlung von Stromrippeln im Verlauf der Motorgröße,
- Mittel zur Auswertung der Amplitude, Dauer und/oder zeitlichen Stellung der erkannten Stromrippel und zu deren Vergleich mit vorbekannten Rippelmustern, die in eins-zu eins-Relation einer Anzahl von Motortypen zugeordnet sind,
- eine vorbekannte Kenndatentabelle, in der eine Anzahl von Kenndaten zu jedem der mehreren Motortypen enthalten sind, sowie
- Mittel zur Auswahl der einem bestimmten Motortyp zugeordneten Kenndaten aus der Kenndatentabelle, wenn die Amplitude, Dauer und/oder zeitliche Stellung der erkannten Stromrippel mit einem Rippelmuster übereinstimmen, das diesem Motortyp zugeordnet ist.

Die Steuereinheit ist in zweckmäßiger Ausführung im Wesentlichen durch einen Mikroprozessor gebildet, dem Messwerte einer oder mehrerer Motorgrößen, insbesondere des Motorstroms und der Motorspannung zugeführt sind, und in dem das Verfahren im Übrigen softwaretechnisch implementiert ist.

Die Aufgabe wird zudem erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 8, d.h. durch die Verwendung eines in oben beschriebener Weise modifizierten Motors zur Identifizierung eines bestimmten Motortyps, dem der Gleichstrommotor angehört, durch Erfassung und Auswertung der von dem Gleich-

strommotor erzeugten Stromrippel, insbesondere nach dem erfindungsgemäßen Verfahren oder in der erfindungsgemäßen Stellvorrichtung.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

- Fig. 1 in einem schematischen Blockschaltbild eine Stellvorrichtung für ein Kraftfahrzeug, mit einem mechanisch kommutierten Gleichstrommotor sowie mit einer Steuereinheit zur Ansteuerung des Motors, die dazu eingerichtet ist, den Motortyp des Gleichstrommotors durch Analyse der Stromrippel des Motorstroms zu identifizieren,
- Fig. 2 in schematischer Darstellung den Ständer und den Läufer des Gleichstrommotors,
- Fig. 3 in einem schematischen Diagramm eines Wechselanteils der gegen-elektromotorischen Kraft (b-EMF) gegen die Zeit ein Normrippelmuster des Gleichstrommotors, das infolge einer Modifikation des Gleichstrommotors pro Motorhalbzyklus einen hinsichtlich seiner Amplitude ausgezeichneten Indexrippel und drei weitere, nicht ausgezeichnete Stromrippel umfasst, und
- Fig. 4 in drei gegenübergestellten Diagrammen des Wechselanteils der gegen-elektromotorischen Kraft (b-EMF) gegen die Zeit drei unterschiedliche Normrippelmuster, die zur Kodierung eines jeweils zugehörigen Motortyps vorgesehen sind.

Einander entsprechende Teile und Größen sind in allen Figuren stets mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Bei der in Fig. 1 schematisch dargestellten Stellvorrichtung 1 handelt es sich beispielhaft um einen elektrischen Fensterheber, wie er üblicherweise in einem Personenkraftfahrzeug eingesetzt wird. Die Stellvorrichtung 1 umfasst einen mechanisch kommutierten (Gleichstrom-)Motor 2, der über eine (lediglich angedeutete) Stellmechanik 3 auf eine (Kraftfahrzeug-)Fensterscheibe 4 wirkt und diese reversibel zwischen einer Öffnungsstellung und einer Schließstellung verstellt.

Die Stellvorrichtung 1 umfasst weiterhin eine Steuereinheit 5, einen Motorschalter 6 sowie einen Stromsensor 7.

Der Stromschalter 6 ist in eine (zweiphasige) Stromversorgungsleitung 8 für den Motor 2 geschaltet. Er umfasst zwei unabhängig ansteuerbare Einzelschalter, durch deren Schaltstellung beide Motoranschlüsse wahlweise mit dem Pluspol oder dem Minuspol (Masse) der Stromversorgungsleitung 8 verbunden werden können. Durch entsprechende Stellung der Einzelschalter des Motorschalters 6 kann somit der Motor 2 in jeder seiner beiden Laufrichtungen an- und ausgeschaltet sowie zur Umkehrung der Laufrichtung umgepolt werden.

Bei dem Stromsensor 7 handelt es sich insbesondere um einen Messwiderstand, über dem eine stromproportionale Spannung als Messsignal für den in der Stromversorgungsleitung 8 fließenden Motorstrom I_a abgreifbar ist. Dieses Messsignal ist vereinfachend im Folgenden ebenfalls als Motorstrom I_a bezeichnet, zumal es ein Maß für die Stärke des letzteren darstellt. Der Stromsensor 7 führt in diesem Sinne den Motorstrom I_a , genauer das für den Motorstrom I_a charakteristische Messsignal der Steuereinheit 5 als Eingangsgröße zu. Als weitere Eingangsgröße (im Sinne einer Messgröße) ist der Steuereinheit 5 die in der Stromversorgungsleitung 8 anliegende Motorspannung U_m zugeführt.

Die Steuereinheit 5 dient zur Steuerung des Motors 2 durch entsprechende Beschaltung des Motorschalters 6. Sie umfasst hierzu ein Schaltmodul 9, das in Abhängigkeit externer Steuerbefehle C sowie in Abhängigkeit eines Motorstellungssignals M den Motorschalter 6 betätigt. Bei dem Motorstellungssignal M handelt es sich um eine – grundsätzlich beliebig definierbare – Stellgröße, aus der die Position der Fensterscheibe 4 ableitbar ist. Das Motorstellungssignal M kann hierbei insbesondere als Drehwinkel des Motors 2 (in Einheiten des Winkelmaßes) definiert sein. In bevorzugter Ausbildung der Vorrichtung 1 wird das Motorstellungssignal M aber als dimensionslose Zahl erzeugt, die sich in nachfolgend näher beschriebener Weise aus der Auszählung von Stromrippeln R (Fig. 3 und 4) des Motorstroms I_a ergibt.

Zur Bestimmung des Motorstellungssignals M umfasst die Steuereinheit 5 ein so genanntes Motormodell 10, einen (Wechselanteils-)Filter 11, ein (Stromrippel-)Erkennungsmodul 12 und ein Auswertungsmodul 13. Die Steuereinheit 5 umfasst weiterhin ein Motorerkennungsmodul 14, eine Kenndatenbank 15 sowie einen Betriebsdatenspeicher 16. Der Steuereinheit 5 ist außerdem über eine Zweigleitung 17 aus der Stromversorgungsleitung 8 eine elektrische Versorgungsspannung U_V zugeführt.

Die Steuereinheit 5 ist in bevorzugter Ausbildung der Stellvorrichtung 1 durch einen Mikrocontroller gebildet. Das Schaltmodul 9, das Motormodell 10, der Filter 11 und die Module 12 bis 14 sind hierbei insbesondere in Form von Software-Bausteinen, d.h. funktionalen Bestandteilen einer in dem Mikrocontroller implementierten Software realisiert. Alternativ kann die Steuereinheit 5 aber auch zumindest teilweise in Form einer analogen und/oder digitalen elektrischen Schaltung realisiert sein, wobei das Schaltmodul 9, das Motormodell 10, der Filter 11 und die Module 12 bis 14 in Form von elektrischen Schaltkreisen realisiert sind. Des Weiteren sind Mischformen denkbar, bei denen mehrere der Bestandteile der Steuereinheit 5 teils schaltungstechnisch, und andernteils softwaretechnisch realisiert sind.

Die vorstehende Gliederung der Bestandteile der Steuereinheit 5 hat zudem lediglich funktionalen Charakter. Diese Bestandteile können insbesondere beliebig zu größeren Schaltungs- oder Programmeinheiten zusammengefasst oder noch feiner untergliedert sein. Bei der Kenndatenbank 15 und dem Betriebsdatenspeicher 16 handelt es sich analog um funktional verschiedene Speicherstrukturen, die – hardwareseitig – wahlweise in getrennten Speicherbausteinen oder einer gemeinsamen Speicherhardware implementiert sein können.

In dem Motormodell 10 ist – programm- oder schaltungstechnisch – eine mathematische Formel der in Glg. 1 angegebenen Form implementiert, durch die die eingangs bereits eingeführte gegen-elektromotorische Kraft (b-EMF) E als Funktion des Motorstroms I_a und der Motorspannung U_m berechenbar ist. Der Motor-

strom I_a und die Motorspannung U_m sind dem Motormodell 10 als Eingangsgrößen zugeführt. Die Parameter des Motormodells 10, nämlich der ohmsche (Motor-) Widerstand R_a , und die (Motor-)Induktivität L_a sind dem Motormodell 10 als Konstanten vorgegeben. Die nach Glg. 1 berechnete elektromotorische Kraft E wird von dem Motormodell 10 an den nachgeschalteten Filter 11 abgegeben.

Der zeitabhängige variierende Wert der b-EMF E setzt sich additiv zusammen aus einem zeitlich nicht oder nur schwach veränderlichen Gleichanteil E_G und einem zeitlich schnell veränderlichen Wechselanteil E_W :

$$E_W = E - E_G \quad \text{Glg. 2}$$

Als zeitlich nicht oder schwach veränderlich wird hierbei insbesondere derjenige Anteil der b-EMF E definiert, der sich auf der typischen Zeitskala eines (Motor-)Halbzyklus Z (Fig. 3), d.h. einer 180° -Drehung des Motors 2, nicht signifikant ändert. In programmtechnischer Ausbildung ist der Filter 11 vorzugsweise durch einen Algorithmus gebildet, der den Gleichanteil E_G durch zeitlich gleitende Mittelwertbildung über die b-EMF E für die Dauer eines Halbzyklus Z (Halbzyklusdauer T_Z) ermittelt, insbesondere gemäß

$$E_G = \frac{1}{T_Z} \cdot \int_{t_z} E \cdot dt, \quad \text{Glg. 3}$$

und der den Wechselanteil E_W nach Glg. 2 durch Subtraktion des Gleichanteils E_G von der b-EMF E berechnet. Den ermittelten Wechselanteil E_W leitet der Filter 11 an das Stromrippelerkennungsmodul 12 weiter.

Die Halbzyklusdauer T_Z kann hierbei von der Steuereinheit 5 aus der zeitlichen Änderung des Motorstellungssignals M berechnet und dem Filter 11 mit jeweils aktuellem Betrag zugeführt werden. In aus der Einfachheit halber bevorzugter Ausbildung ist die Halbzyklusdauer T_Z dem Filter 11 aber als Konstante fest vorgegeben. Diese Konstante ist hierbei insbesondere derart gewählt, dass ihr Wert

der durchschnittlichen Halbzyklusdauer T_Z des Motors 2 in dessen stationärem Betrieb entspricht.

In schaltungstechnischer Ausbildung kann der Filter 11 alternativ als Hochpass ausgebildet sein.

Erkanntermaßen äußern sich Stromrippel R des Motorstroms I_a in einer hierzu synchronen Oszillation der b-EMF E , und insbesondere deren Wechselanteil E_W . Das Erkennungsmodul 12 ist deshalb daher ausgebildet, Maxima im zeitlichen Verlauf des Wechselanteils E_W als Indiz für das Auftreten eines Stromrippels R zu erkennen. Um eine Fehlerkennung von Stromrippeln R durch hochfrequente Störungen im Verlauf des Wechselanteils E_W bestmöglich zu vermeiden, wird der Wechselanteil E_W vor der Maximalwertsuche optional geglättet.

Bei Erkennung eines jeden Maximums im Wechselanteil E_W gibt das Erkennungsmodul 12 ein Rippelerkennungssignal S_R an das Auswertungsmodul 13 ab. Zudem ermittelt das Erkennungsmodul 12 den Betrag des Wechselanteils E_W an der Stelle des Maximums und übermittelt diesen Betrag als Rippelamplitude A_R an das Motorerkennungsmodul 14 ab.

Das Auswertungsmodul 13 erhöht (inkrementiert) oder erniedrigt (dekrementiert) jeweils bei Empfang des Rippelerkennungssignals S_R das Motorstellungssignal M – je nach Wert eines von dem Schaltmodul 9 zugeführten Motorstatussignals S_M – gemäß

$$M = \sum_{S_R} S_M + M_0 \quad \text{Glg. 5}$$

um eine Zähleinheit. Die Rippelerkennungssignale S_R wirken somit als Zählpulse für die Inkrementierung bzw. Dekrementierung des Motorstellungssignals M . Das Auswertungsmodul 13 geht dabei von einem Anfangswert M_0 des Motorstellungssignals M aus, aus dem die Motorstellung und die Fensterstellung zu Beginn des Stellvorgangs ableitbar sind. Das Motorstatussignal S_M hat den Wert +1, solange

der Motor 2 in einer ersten Laufrichtung betrieben wird, und den Wert -1, solange der Motor 2 in der entgegengesetzten Laufrichtung betrieben wird. Bei ausgeschaltetem Motor 2 hat das Motorstatussignal S_M dagegen den Wert 0.

Wie aus Fig. 2 hervorgeht, umfasst der Motor 2 einen Ständer 20 und einen in diesem um eine Motorachse 21 rotierbar gelagerten Läufer 22. Der Ständer 20 besteht aus einem im Wesentlichen hohlzylindrischen Blechpaket mit acht um dessen Innenumfang gleichmäßig verteilten Permanentmagneten 23. Der Läufer 21 umfasst in an sich herkömmlicher Technik einen im Querschnitt etwa sternförmigen Eisenkern 25 mit acht umfänglich gleich verteilt angebrachten Nuten 26. Zwischen je zwei benachbarten Nuten 26 ist hierbei ein Zahn 27 gebildet. Jeder der acht Zähne 27 ist mit jeweils einer – im Betrieb des Motors 2 vom Motorstrom I_a durchflossenen – Ankerspule 28a-28h bewickelt. Im Unterschied zu einem gewöhnlichen Gleichstrommotor ist der Motor 2 mit einer gebrochenen Ankerwicklung versehen, d.h. die Ankerspulen 28a-28h haben eine ungleiche Windungszahl. In dem in Fig. 2 dargestellten Beispiel haben

- die Spule 28a die Windungszahl 26,
- die Spule 28b die Windungszahl 24,
- die Spulen 28c und 28d jeweils die Windungszahl 25,
- die Spule 28e die Windungszahl 27,
- die Spule 28f die Windungszahl 26, und
- die Spulen 28g und 28h jeweils die Windungszahl 25.

Durch die solchermaßen gebrochene Ankerwicklung wird im ungestörten, statischen Betrieb des Motors 2 ein Normrippelmuster 29 erzeugt, das in Fig. 3 anhand des Verlaufs des Wechselanteils E_w der b-EMF E gegen die Zeit t dargestellt ist. Aus der Fig. 3 ist erkennbar, dass das Normrippelmuster 29 jeweils insgesamt vier Stromrippel R pro Halbzyklus Z , also pro 180° -Drehung des Läufers 23, aufweist. Die Anzahl der Stromrippel R pro Halbzyklus Z ist nachfolgend als „Zyklusrippelzahl N_Z “ (hier: $N_Z = 4$) bezeichnet. Drei Stromrippel R innerhalb jedes Halbzyklus Z weisen hierbei – entsprechend des jeweiligen Maximalwerts des Wechselanteils E_w – eine zumindest näherungsweise gleiche Rippelamplitude A_R auf.

Diese Stromrippel R sind nachfolgend auch als „nicht ausgezeichnete“ Stromrippel R_N bezeichnet. Der in jedem Halbzyklus Z verbleibende vierte Stromrippel R – in Fig. 3 durch Kreise optisch hervorgehoben – weist dagegen jeweils eine im Vergleich zu den übrigen Stromrippeln R signifikant erniedrigte Rippelamplitude A_R auf. Dieser (kleinere) Stromrippel R ist somit gegenüber den Stromrippel R_N ausgezeichnet und ist nachfolgend als Indexrippel R_I bezeichnet. Das Normrippelmuster 29 entspricht somit der eingangs beschriebenen Kodierung -1:0:0:0. Wie aus Fig. 3 erkennbar, wiederholt sich das Normrippelmuster 29 im ungestörten stationären Betrieb des Motors 2 mit jedem Halbzyklus Z .

Im Normalbetrieb der Stellvorrichtung 1 sind der Motorwiderstand R_a , die Motorinduktivität L_a , und die typische Halbzyklusdauer T_Z des Motors 2 in dem Betriebsdatenspeicher 16 hinterlegt und werden hieraus dem Motormodell 10 bzw. dem Filter 11 zur Verfügung gestellt. In dem Betriebsdatenspeicher 16 sind zudem weitere Kenndaten (d.h. konkrete Werte für weitere Kenngrößen) des Motors 2, insbesondere die Zahl der Nuten 26 bzw. Zähne 27, die Polzahl, der Lamellenteilungswinkel, die Nennspannung, der Nennstrom, etc. hinterlegt. Die jeweils benötigten Kenndaten des im Rahmen der Stellvorrichtung 1 eingesetzten Motors 2 – übergreifend als Betriebsdaten D_B bezeichnet – werden im Normalbetrieb der Stellvorrichtung 1 deren Bestandteilen, insbesondere dem Motormodell 10 und dem Filter 11 sowie (in nicht explizit dargestellter Weise) dem Auswertungsmodul 13 und dem Schaltmodul 9 aus dem Betriebsdatenspeicher 16 zur Verfügung gestellt.

Die Betriebsdaten D_B sind in dem Betriebsdatenspeicher 16 aber lediglich nicht-resistiv (flüchtig) gespeichert. Sie werden somit gelöscht, wenn die Steuereinheit 5 von der Zweigleitung 17, und somit von der Versorgungsspannung U_V abgeklemmt wird. Ebenso enthält der Betriebsspeicher 16 auch vor der erstmaligen Inbetriebnahme der Stellvorrichtung 1 noch keine Betriebsdaten D_B .

Bei der erstmaligen Inbetriebnahme der Stellvorrichtung 1 oder nach Wiederaufnahme des Betriebs nach einem Ausfall der Versorgungsspannung U_V wird vielmehr – z.B. durch das Motorerkennungsmodul 14 – ein Satz von Standard-

Kenndaten D_S aus der Kenndatenbank 16 in den Betriebsdatenspeicher 16 übertragen. In der Kenndatenbank 15 sind die Standard-Kenndaten D_S resistiv (nichtflüchtig) hinterlegt, so dass sie auch einen Ausfall der Versorgungsspannung U_V überdauern.

Die Standard-Kenndaten D_S enthalten Standardwerte für den Motorwiderstand R_a , die Motorinduktivität L_a und die typische Halbzyklusdauer T_Z sowie die übrigen Kenngrößen, die für die Gesamtheit der im Rahmen der Stellvorrichtung 1 grundsätzlich einsetzbaren Motortypen, bestmöglich geeignet sind. Insbesondere enthalten die Standard-Kenndaten D_S Durchschnittswerte oder – insbesondere bei überlastkritischen Kenngrößen wie der Nennspannung und dem Nennstrom – allgemeinverträgliche Minimalwerte für die Kenngrößen.

In der Regel weichen die Standard-Kenndaten D_S deshalb von den spezifischen Gerätekonstanten des tatsächlich im Rahmen der Stellvorrichtung 1 eingesetzten Motors 2 mehr oder weniger stark ab.

Das Motorerkennungsmodul 14 führt deshalb beim ersten Anfahren des Motors 1 nach der erstmaligen oder – nach einem Ausfall der Versorgungsspannung U_V – erneuten Inbetriebnahme der Stellvorrichtung 1 ein nachfolgend näher beschriebenes Verfahren zur Motorerkennung durch.

Das Motorerkennungsmodul 14 greift hierzu auf eine in der Kenndatenbank 15 – ebenfalls resistiv – hinterlegte Kenndatentabelle T zurück, die für eine Vielzahl von unterschiedlichen Motortypen jeweils einen Satz spezifischer Kenndaten, insbesondere konkrete Werte für den Motorwiderstand R_a , die Motorinduktivität L_a , und die typische Halbzyklusdauer T_Z , enthält.

Für jeden dieser Motortypen enthält die Kenndatenbank 15 Angaben zu einem zugeordneten Normrippelmuster. Die Normrippelmuster aller in der Kenndatenbank 15 hinterlegten Motortypen sind dabei voneinander stets verschieden. Jeder Motortyp ist hierdurch durch das ihm zugeordnete Normrippelmuster kodiert und eindeutig identifizierbar.

Fig. 4 zeigt beispielhaft drei jeweils einem bestimmten Motortyp zugeordnete Normrippelmuster mit den Kodierungen

- -1,0,0,0 (drei nicht-ausgezeichnete Stromrippel R_N , gefolgt von einem dem gegenüber kleineren Indexrippel R_I des Typs „-1“),
- 1,0,0,0 (drei nicht-ausgezeichnete Stromrippel R_N , gefolgt von einem dem gegenüber größeren Indexrippel R_I des Typs „1“) und
- 1,-1,0,0 (zwei nicht-ausgezeichnete Stromrippel R_N , gefolgt von einem ersten Indexrippel R_I des Typs „1“ und einem zweiten Indexrippel R_I des Typs „-1“)

Für jeden Motortyp und somit jedes zugeordnete Rippelmuster enthält die Kenn-
datentabelle T als Identifizierungsangaben Schwellwertbedingungen, die die
Stromrippel R_N , R_I des jeweiligen Rippelmusters erfüllen müssen. Beispielsweise
enthält die Kenn-
datentabelle T zur Identifizierung der in Fig. 4 dargestellten
Normrippelmuster die in Tab.2 enthalten Angaben:

Motortyp	Kodie- rung	Bedingung für Rippelerken- nung	Kenndaten
A	1:0:0:0	„1“: $A_R > S_2$ „0“: $S_1 < A_R < S_2$	
B	-1:0:0:0	„-1“: $A_R < S_1$ „0“: $S_1 < A_R < S_2$	
C	1:-1:00	„1“: $A_R > S_2$ „-1“: $A_R < S_1$ „0“: $S_1 < A_R < S_2$	
.....			

Tab. 2

Die Schwellwerte sind hier, z.B. durch empirische Versuche, unter der Bedingung $S_1 < S_2$ geeignet zu bestimmen. Beispielsweise sind S_1 und S_2 derart gewählt, dass ihr jeweiliger Wert 90% bzw. 110% der durchschnittlichen Rippelamplitude A_R eines nicht-ausgezeichneten Stromrippels R_N beträgt.

Zur Motorerkennung prüft das Motorerkennungsmodul 14 anhand der empfangenen Rippelamplituden A_R für jeden hinterlegten Motortyp die Bedingungen für die Identifizierung der einzelnen Stromrippel R des zugeordneten Rippelmusters in einer Bedingungskette. Sobald das Motorerkennungsmodul 14 hierbei das Rippelmuster des Motors 2 mit einem der hinterlegten Rippelmuster identifiziert hat, bricht das Motorerkennungsmodul 14 die Erkennungsroutine ab und überträgt diejenigen Kenndaten, die in der Kenndatentabelle T zu diesem Rippelmuster als zugehörig hinterlegt sind, als neue Betriebsdaten D_B in den Betriebsdatenspeicher 16, worauf die Stellvorrichtung 1 in den Normalbetrieb übergeht.

Im dargestellten Beispiel prüft das Motorerkennungsmodul 14 konkret in einem ersten Schritt, ob das Normrippelmuster des Motors 2 dem an erster Stelle hinterlegten Normrippelmuster 1:0:0:0 des Motortyps „A“ entspricht. Es prüft entsprechend, ob eine der empfangenen Rippelamplituden A_R den Schwellwert S_2 überschreitet.

Das Motorerkennungsmodul 14 prüft zur Vermeidung von Fehlern mehrere, insbesondere drei Halbzyklen, insgesamt also die Rippelamplituden A_R von zwölf erkannten Stromrippeln R . Falls hierbei kein Indexrippel des Typs „1“ erkannt wird, geht das Motorerkennungsmodul 14 zur Prüfung des dem Motortyp „B“ entsprechenden Normrippelmuster -1:0:0:0 über.

Es prüft zur Erkennung des Indexrippels R_I des Typs „-1“, hierbei zunächst, ob eine der empfangenen Rippelamplituden A_R den Schwellwert S_1 unterschreitet.

Sobald eine empfangene Rippelamplitude A_R diese Bedingung erfüllt, prüft das Motorerkennungsmodul 14 zur Erkennung der Stromrippel R_N des Typs „0“, ob die drei darauffolgend empfangenen Rippelamplituden A_R die Bedingung $S_1 < A_R < S_2$ erfüllen. Wenn auch dies der Fall ist, bricht das Motorerkennungsmodul 14 die Erkennungsroutine ab, ordnet den Motor 2 dem Motortyp „B“ zu und überträgt die zugehörigen Kenndaten aus der Kenndatentabelle T als neue Betriebsdaten D_B in den Betriebsdatenspeicher 16.

Sofern das Motorerkennungsmodul 14 den Motor 2 keinem der hinterlegten Motortypen zuordnen kann, wird die Stellvorrichtung 1 mit den Standard-Kenndaten D_S betrieben.

Bezugszeichenliste

1	Stellvorrichtung
2	(Gleichstrom-)Motor
3	Stellmechanik
4	(Kraftfahrzeug-)Fensterscheibe
5	Steuereinheit
6	Motorschalter
7	Stromsensor
8	Stromversorgungsleitung
9	Schaltmodul
10	Motormodell
11	(Wechselanteils-)Filter
12	(Stromrippel-)Erkennungsmodul
13	Auswertungsmodul
14	Motorerkennungsmodul
15	Kenndatenbank
16	Betriebsdatenspeicher
17	Zweigleitung
20	Ständer
21	Motorachse
22	Läufer
23	Permanentmagnet
25	Eisenkern
26	Nut
27	Zahn
28a-h	Ankerspule
29	Normrippelmuster
t	Zeit
A _R	Rippelamplitude
C	Steuerbefehl
D _B	Betriebsdaten

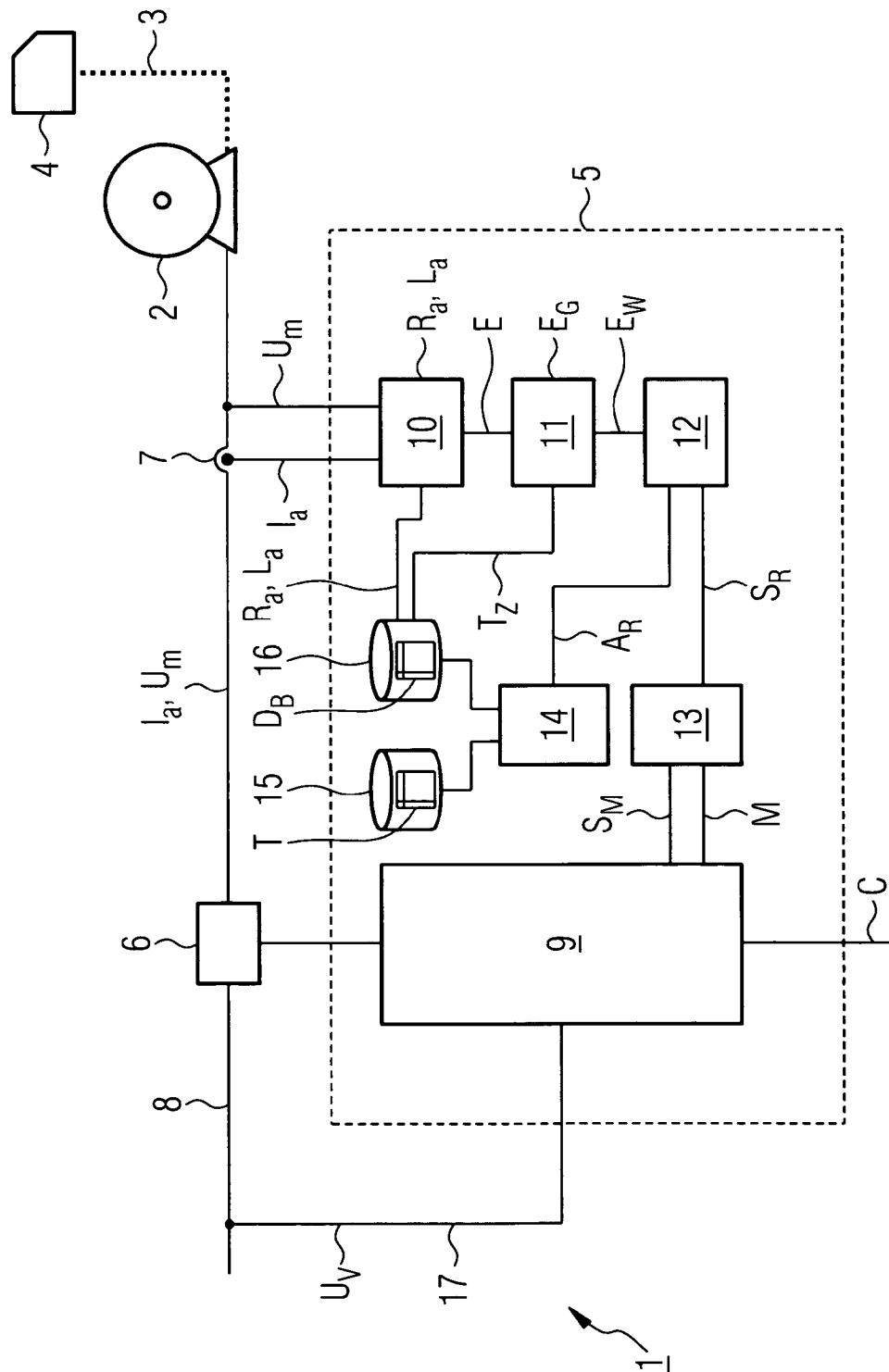
D_S	Standard-Kenndaten
E	gegen-elektromotorische Kraft (b-EMF)
E_G	Gleichanteil (der b-EMF)
E_W	Wechselanteil (der b-EMF)
I_a	Motorstrom
L_a	(Motor-)Induktivität
M	Motorstellungssignal
N_Z	Zyklusrippelzahl
R	Stromrippel
R_a	(Motor-)Widerstand
R_I	Indexrippel
R_N	(nicht ausgezeichneter) Stromrippel
S_M	Motorstatussignal
S_R	Rippelerkennungssignal
T	Kenndatenbank
T_Z	Halbzyklusdauer
U_m	Motorspannung
U_V	Versorgungsspannung
Z	(Motor-)Halbzyklus

Ansprüche

1. Verfahren zur automatischen Erkennung eines mechanisch kommutierten Gleichstrommotors (2),
 - bei welchem eine elektrische Motorgröße (E_W) erfasst wird,
 - bei welchem Stromrippel (R) im Verlauf dieser Motorgröße (E_W) ermittelt werden,
 - bei welchem die Amplitude (A_R), Dauer und/oder zeitliche Stellung der erkannten Stromrippel (R) ausgewertet und mit vorbekannten Rippelmustern verglichen werden, und
 - bei welchem aus einer vorbekannten Kenndatentabelle (T) eine Anzahl von einem bestimmten Motortyp zugeordneten Kenndaten ausgewählt werden, wenn die Amplitude (A_R), Dauer und/oder zeitliche Stellung der erkannten Stromrippel (R) mit einem Rippelmuster übereinstimmen, das diesem Motortyp zugeordnet ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
bei welchem als Motorgröße die gegen-elektromotorische Kraft (E) oder eine daraus abgeleitete Größe (E_W) herangezogen werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2,
wobei die gegen-elektromotorische Kraft (E) anhand des gemessenen Motorstroms (I_a) und der gemessenen Motorspannung (U_m) mittels eines Motormodells (10) berechnet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3,
bei welchem als Motorgröße zur Ermittlung der Stromrippe (R) ein Wechselanteil (E_w) der gegen-elektromotorischen Kraft (E) herangezogen wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
wobei die Übereinstimmung der erkannten Stromrippe (R) mit einem Rippelmuster anhand eines Vergleichs der Amplitude (A_R), Dauer und/oder zeitlichen Stellung der erkannten Stromrippe (R) mit in der Kenndatentabelle (T) zu diesem Rippelmuster hinterlegten Schwellwerten geprüft wird.
6. Steuereinheit (5) zur Ansteuerung eines mechanisch kommutierten Gleichstrommotors (2) einer Stellvorrichtung (1) für ein Kraftfahrzeug, welche Steuereinheit (5) zur Ausführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5 eingerichtet ist.
7. Stellvorrichtung (1) für ein Kraftfahrzeug, mit einem mechanisch kommutierten Gleichstrommotor (2) und mit einer Steuereinheit (5) nach Anspruch 6.
8. Verwendung eines mechanisch kommutierten Gleichstrommotors (2), der durch mechanische und/oder elektromechanische Modifikation derart kodiert ist, dass der ein charakteristisches Stromrippelmuster (29) aufweist, zur Identifizierung eines bestimmten Motortyps, dem der Gleichstrommotor (2) angehört, durch Erfassung und Auswertung der von dem Gleichstrommotor (2) erzeugten Stromrippe (R), insbesondere mittels des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5.

FIG. 1



2/3

FIG. 2

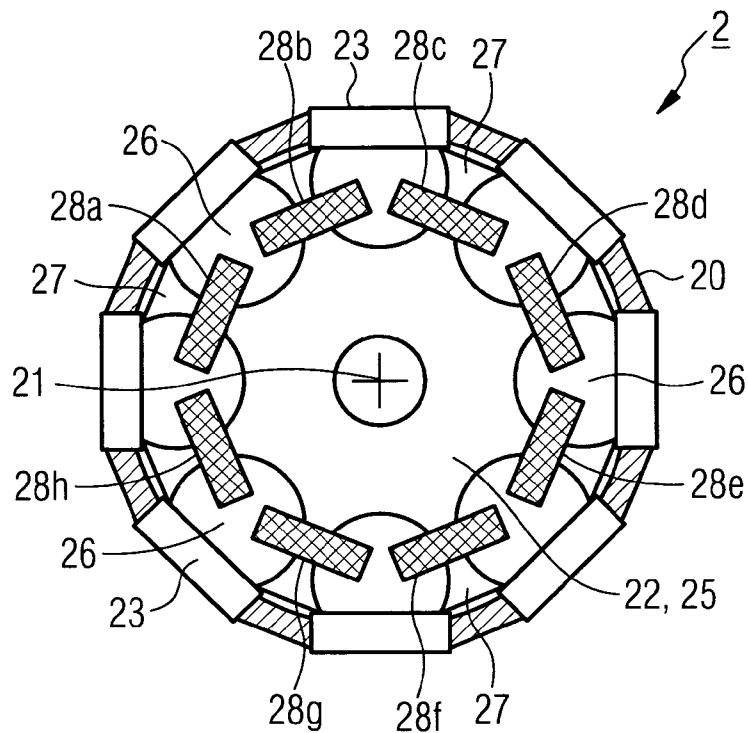
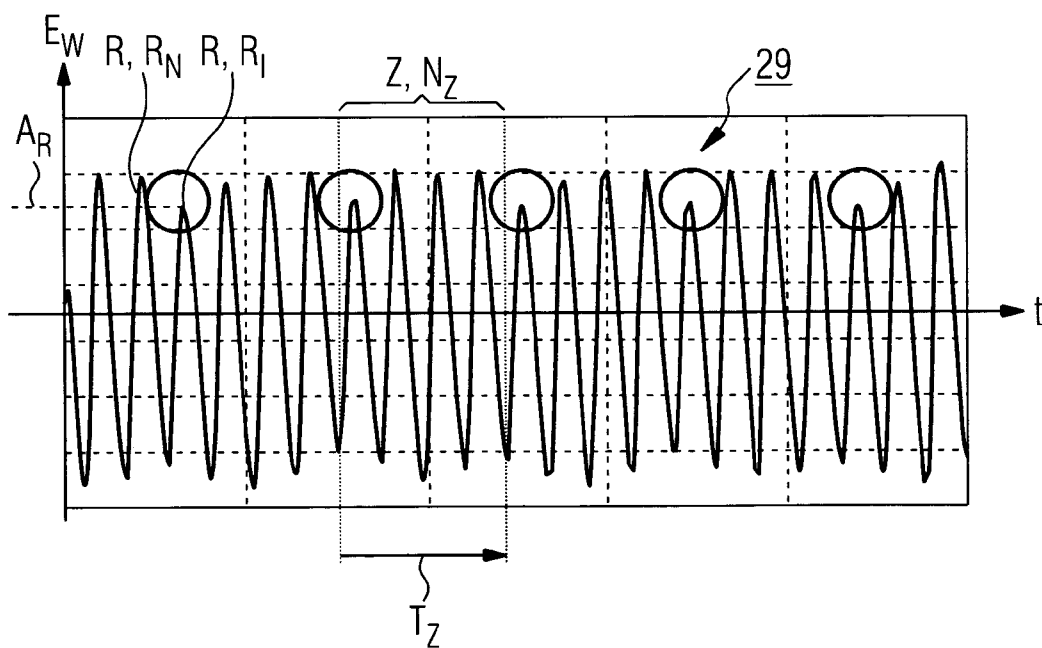


FIG. 3



3/3

FIG. 4

