

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 974 479 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**13.08.2003 Patentblatt 2003/33**

(51) Int Cl.7: **B60J 7/057**, G01P 21/02,  
G01P 3/487

(21) Anmeldenummer: **99250245.0**

(22) Anmeldetag: **22.07.1999**

(54) **Verfahren zur Regelung motorisch angetriebener Verstelleinrichtungen in Kraftfahrzeugen**

Method for the regulation of motor driven adjusting device in motor vehicle

Procedé pour la régulation motorisée d'un dispositif de réglage pour véhicule automobile

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE ES FR GB IT SE**

(30) Priorität: **24.07.1998 DE 19835091**  
**06.04.1999 DE 19916400**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**26.01.2000 Patentblatt 2000/04**

(73) Patentinhaber: **Brose Fahrzeugteile GmbH & Co.**  
**KG Coburg**  
**96450 Coburg (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Heinrich, Peter, Dipl.-Ing.**  
**98553 Hinternah (DE)**

• **Eichhorn, Mike, Dipl.-Ing.**  
**98693 Ilmenau (DE)**

(74) Vertreter: **Baumgärtel, Gunnar, Dr. et al**  
**Patentanwälte Maikowski & Ninnemann,**  
**Postfach 15 09 20**  
**10671 Berlin (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 678 643 DE-A- 19 540 674**  
**DE-A- 19 747 918 US-A- 4 445 087**  
**US-A- 5 404 673 US-A- 5 541 859**

**EP 0 974 479 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Regelung motorisch angetriebener Verstelleinrichtungen in Kraftfahrzeugen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. des Anspruch 14. Bei den Verstelleinrichtungen kann es sich beispielsweise um einen Fensterheber, ein Schiebedachverstellung oder eine Sitzverstelleinrichtung handeln.

**[0002]** Aus der US-A-5,541,859 ist ein Verfahren zum Messen der Drehgeschwindigkeit eines rotierenden Körpers bekannt. Bei dem Verfahren werden Zähne aus einem magnetischen Material detektiert, sobald sie aufgrund der Drehbewegung des rotierenden Körpers an einer Detektionseinrichtung vorbeigeführt werden. Die Zeitintervalle, die zwischen der Detektion benachbart angeordneter Zähne vergehen, werden zur Bestimmung der Drehgeschwindigkeit herangezogen.

**[0003]** Aus der US-A-5,404,673 ist ein Fensterheber mit einem Antrieb zum Heben und Senken einer Fensterscheibe und mit einer Einklemmschutteinrichtung bekannt, mit der die Drehzahl des Antriebs und damit die Öffnungs- und Schließgeschwindigkeit der Fensterscheibe sowie die Bewegungsrichtung und Stellung der Fensterscheibe erfaßt werden. Beim Einklemmen eines Körperteils oder Gegenstandes zwischen der Fensterscheiben-Oberkante und dem Türrahmen steigt die Belastung des Antriebs, und der Abfall der Antriebsdrehzahl unterhalb eines vorgegebenen Wertes führt zu einem Abschalten und gegebenenfalls Reversieren des Antriebs und damit zum Anhalten bzw. Öffnen der Fensterscheibe.

**[0004]** Da beim Einlaufen der Fensterscheibe in die Türdichtung vor dem völligen Schließen der Fensterscheibe aufgrund des erhöhten Widerstandes die Antriebsdrehzahl aber bis zum Stillstand des Antriebs sinkt, muß die Scheibenposition möglichst genau erfaßt und der Einklemmschutz im Dichtungsbereich ausgeschaltet werden.

**[0005]** Hierfür sind ein Stellungen- und ein Drehrichtungssensor vorgesehen. Der Drehrichtungssensor besteht aus einer mit der Antriebswelle verbundenen Magnetscheibe mit einem Nord und Südpol sowie zwei in einem Winkel von 90° um die Magnetscheibenachse zueinander versetzten Hallsensoren, die um eine Viertelperiode versetzte Sensorsignale abgeben, aus denen die Drehrichtung und damit die Bewegungsrichtung der Fensterscheibe ermittelt wird.

**[0006]** Der Stellungssensor besteht aus einem ringförmigen, mit der Antriebswelle verbundenen Multipolmagneten mit abwechselnd magnetisierten Magnetpolen und zwei Hallsensoren, die im Abstand eines halben Magnetpoles zueinander angeordnet sind. Die von den Hallsensoren erfaßten Magnetisierungswechsel bei einer Rotation des Antriebs und damit des ringförmigen Multipolmagneten werden als Zählimpulse einem Zähler zusammen mit den Sensorsignalen des Drehrichtungssensors zugeführt, wobei die Zählimpulse je nach Drehrichtung des Antriebs aufwärts oder abwärts gezählt werden und somit die jeweilige Stellung der Fensterscheibe angeben.

**[0007]** Die bekannte Antriebssteuerung und Einklemmschutteinrichtung benötigt zur Erfassung der Geschwindigkeit, Bewegungsrichtung und Stellung der Fensterscheibe zwei Magnetscheiben als Signalgeber mit vier Hallsensoren, wobei der zur Auslösung des Einklemmschutzkriteriums durch Verringerung der Drehzahl des Antriebs vorgesehene Signalgeber mit einem Polwechsel pro Umdrehung eine nur geringe Auflösung aufweist.

**[0008]** Zur Drehzahlregelung von rotierenden Antrieben oder bei einer linearen Verstellung wie beispielsweise einer Sitzlängsverstellung zum Erzielen einer konstanten Verstellgeschwindigkeit über den Verstellweg ist ein hochauflösendes Sensorsystem notwendig, um kurze Reaktionszeiten im Regelungsprozeß zu ermöglichen. Dazu verwendet man partitionierte Signalgeber wie beispielsweise Multipolmagnete, die jedoch Toleranzen unterliegen, welche sich negativ auf das Regelverhalten auswirken können.

**[0009]** Wird deshalb zur Erhöhung der Auflösung bei der Erfassung der Drehzahl eines Elektromotors ein Multipolmagnet als Signalgeber eingesetzt, so tritt das Problem auf, daß bei Rotationsmagneten mit mehr als zwei Polen die Verteilung der Pole auf dem Magneten nicht exakt symmetrisch ist, sondern einen Fehler von ca. 10 % pro Sektor aufweist. Diese Fehlerrate gilt allgemein für alle Signalgeber für Drehzahlerfassungssensoren, die nicht exakt genug gefertigt werden können und mit einem optoelektrischen, induktiven, kapazitiven Sensor usw. als Signalempfänger arbeiten.

**[0010]** Die beschriebenen Toleranzen und fertigungsbedingten Fehler von Abschnitt zu Abschnitt des Signalgebers bzw. von Sektor zu Sektor bei einem kreisscheibenförmigen Signalgeber führen zu Fehlinterpretationen bei der Signalauswertung. Beispielsweise wird aufgrund von Fehlinterpretationen ein Absinken der Geschwindigkeit festgestellt, obwohl der Antrieb mit konstanter Geschwindigkeit betrieben wird und gegebenenfalls zu Fehlreaktionen der Steuerungsvorrichtung der Verstellvorrichtung, beispielsweise zu einem Fehlreversieren einer Fensterscheibe aufgrund einer fehlerhaften Erfassung einer Drehzahlabnahme, die von einer Einklemmschutteinrichtung als Einklemmfall interpretiert wird.

**[0011]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Steuerung und Regelung motorisch angetriebener Verstelleinrichtungen in Kraftfahrzeugen zu schaffen, das eine exakte Erfassung der Stellung, Drehzahl oder Beschleunigung eines Antriebs bei hoher Auflösung der Meßwerte gewährleistet, ohne daß an den Signalgeber besonders hoher Genauigkeitsanforderungen gestellt werden.

**[0012]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

**[0013]** Das erfindungsgemäße Verfahren gewährleistet eine hohe Auflösung und Genauigkeit der Meßwerte zur

Erfassung der Stellung, Drehzahl oder Beschleunigung eines Antriebs. Da beim Gegenstand der vorliegenden Erfindung die Toleranzen partitionsbezogen ermittelt und bei der Signalbewertung berücksichtigt werden, werden die Meßfehler, die durch fertigungsbedingte Ungenauigkeiten des Signalgebers hervorgerufen werden, stark verringert bzw. aufgehoben, so daß ein Einsatz von Signalgebern ohne besonders hohe Güteanforderungen und damit von we-

niger exakten Bauteilen bei der Signalerzeugung und -detektion möglich ist.  
**[0014]** Insbesondere ist der Einsatz von Bauteilen möglich, deren Fertigungsgenauigkeiten systembedingt begrenzt sind, wie beispielsweise die Fertigungsgenauigkeit, d.h. die Sektorgröße und Magnetisierungsstärke elektromagnetischer Signalgeber in Verbindung mit magnetosensitiven Bauelementen, wie beispielsweise Detektoren in Form von Hallsensoren. Bei Signalgebern können die Toleranzen in den Partitionen bestehen, bei Detektoren (in Form eines oder mehrerer Sensoren) in den elektrischen Toleranzen, beispielsweise der Hysterese der Schaltschwellen bei Hallsensoren.

**[0015]** Mit geringem gerätetechnischen Aufwand können daher hochauflösende Stellungs-, Drehzahl-, Geschwindigkeits- oder Beschleunigungsregelungen realisiert werden.

**[0016]** Das erfindungsgemäße Verfahren kann sowohl mittels einer elektronischen Fehlerkorrektur als auch schaltungstechnisch ausgeführt werden, wobei zur elektronischen Fehlerkorrektur nur ein einzelner Sensor benötigt wird.

**[0017]** Bei der elektronischen Fehlerkorrektur werden die toleranzbedingten charakteristischen Eigenschaften der Signalgeberpartitionen vorzugsweise in einer Testbewegung des Signalgebers ermittelt.

**[0018]** Weitere bevorzugte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind durch die Merkmale der Patentansprüche 3 bis 12 charakterisiert.

**[0019]** Noch zusätzliche Anforderungen an ein Verfahren zur Regelung einer Verstelleinrichtung ergeben sich, wenn beispielsweise die Drehzahl einer Sitzverstelleinrichtung geregelt werden soll. In diesem Fall ist neben der Einstellung einer konstanten Drehzahl (Solldrehzahl) im Arbeitspunkt des Motors auch ein gleichmäßiges, erschütterungsfreies An- und Abfahren des Sitzes von Bedeutung. Der Arbeitspunkt des Motors der Sitzverstelleinrichtung wird dabei unter Berücksichtigung der Resonanzfrequenzen der aus Antriebsmotor, Verstellgetriebe und mechanischen Sitzkomponenten bestehenden Sitzeinheit sowie der Fahrzeugkarosserie festgelegt. Zusätzlich müssen Vorgaben hinsichtlich der Geschwindigkeit des zu verstellenden Sitzes sowie hinsichtlich einer Stellenergieserve beachtet werden.

**[0020]** Beim An- und Abfahren einer elektrischen Sitzverstelleinrichtung dürfen keine die Fahrzeuginsassen störenden Bewegungen oder Geräusche durch das Anfahren bzw. Anhalten des Sitzes auftreten. Darüber hinaus ist ein materialschonender möglichst verschleißfreier Betrieb der Sitzverstelleinrichtung wünschenswert.

**[0021]** Nach einem anderen Aspekt der Erfindung besteht die Aufgabe, ein Verfahren zur Regelung motorisch angetriebener Verstelleinrichtungen in Kraftfahrzeugen zu schaffen, das einerseits eine präzise Erfassung der Position, Drehzahl und gegebenenfalls Beschleunigung eines Antriebs bei hoher Auflösung der Meßwerte ermöglicht und das andererseits ein ruhiges, gleichmäßiges An- und Abfahren der Verstelleinrichtung gestattet.

**[0022]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 14 gelöst.

**[0023]** Danach ist vorgesehen, daß nach dem Betätigen des Antriebsmotors zunächst toleranzbedingte charakteristische Werte des Signalgebers ermittelt und daraus Korrekturwerte bestimmt werden, die bei der Auswertung der Ausgangssignale des dem Signalgeber zugeordneten Detektors (in Form eines oder mehrerer Sensoren) berücksichtigt werden sollen. Durch diesen Verfahrensschritt wird eine hohe Auflösung und Genauigkeit der Meßwerte zur Erfassung der Position, Drehzahl oder Beschleunigung des Antriebs gewährleistet. Insbesondere können so eventuelle Meßfehler, die durch fertigungsbedingte oder sonstige Ungenauigkeiten des Signalgebers hervorgerufen werden, weitgehend eliminiert werden. Hinsichtlich weiterer Einzelheiten bei der Verwirklichung dieses Verfahrensschrittes sei auf die obigen Ausführungen zu Patentanspruch 1 verwiesen.

**[0024]** Gemäß Patentanspruch 14 ist darüber hinaus vorgesehen, daß die Korrekturwerte im Betrieb des Antriebsmotors zumindest so lange angepasst werden, wie nicht ein vorgegebenes Abbruchkriterium erfüllt ist, und daß während der Bestimmung und Anpassung der Korrekturwerte Zwischenresultate dieser Werte gebildet und zur Festlegung von Reglerparametern des Regelalgorithmus verwendet werden. Aufgrund dieser weiteren Verfahrensschritte kann die Regelung des Antriebsmotors frühzeitig nach dessen Betätigung einsetzen. Es ist insbesondere nicht erforderlich, mit dem Beginn der Regelung zu warten, bis sämtliche Korrekturwerte bestimmt worden sind, die bei der Auswertung der Ausgangssignale des Detektors berücksichtigt werden müssen. Vielmehr werden hier die frühzeitig gebildeten Zwischenresultate dieser Korrekturwerte herangezogen. Hierdurch wird beim Anfahren des Sitzes die Abweichung der tatsächlichen Drehzahl des Antriebsmotors der Verstelleinrichtung von der angestrebten Drehzahl minimiert.

**[0025]** Die erfindungsgemäß vorgesehene Anpassung der Korrekturwerte bedeutet, daß die Korrekturwerte solange verändert werden, wie nicht ein bestimmtes Abbruchkriterium erreicht worden ist, mit dem die Anpassung der Korrekturwerte abgeschlossen wird. Beispielsweise können die Korrekturwerte sukzessive mit einer immer größeren Genauigkeit bestimmt werden, bis eine vorgegebene Genauigkeit der Korrekturwerte erreicht ist. Davon soll insbesondere auch der Fall umfaßt sein, bei dem die Anpassung der Korrekturwerte während der gesamten Dauer der Aktivierung der Verstelleinrichtung erfolgt. Dies entspricht dem Abbruchkriterium "maximal erreichbare Genauigkeit", d.h. die Anpassung der Korrekturwerte wird hier immer weiter fortgesetzt, um die Genauigkeit noch zu erhöhen. Alternativ könnte

man dieses Abbruchkriterium auch definieren als "Abbruch der Anpassung der Korrekturwerte bei Abschluß der Verstellbewegung".

**[0026]** Eine permanente Verbesserung der Genauigkeit der Korrekturwerte ist nach der vorliegend beanspruchten Lehre ohne weiteres möglich, da die damit verbundene längere Dauer bei der Bestimmung der Korrekturwerte das frühzeitige Einsetzen der Regelung nicht verhindert. Vielmehr werden ja zur Regelung auch die vorläufigen, weniger genauen Korrekturwerte herangezogen. Somit kann die Anpassung der Korrekturwerte insbesondere auch nach dem Erreichen des Arbeitspunktes des Antriebsmotors fortgesetzt werden.

**[0027]** Die Bestimmung der Korrekturwerte erfolgt dabei vorzugsweise automatisch bei jedem neuen Anfahren des Motors des Verstellantriebs, so daß Veränderungen, die auf Abnutzung, Umwelteinflüsse oder dergleichen zurückgehen, stets aktuell berücksichtigt werden können. Andererseits ist es aber auch möglich, die Korrekturwerte in bestimmten, vorgebbaren zeitlichen Abständen neu zu bestimmen und in der Zwischenzeit mit abgespeicherten Korrekturwerten zu arbeiten.

**[0028]** Der Regelalgorithmus selbst kann beispielsweise aus einem rekursiv aufgebauten, zeitdiskreten PID-Regler mit einer Stellgrößenbegrenzung und Rückrechnung bestehen; ein solcher Regler benötigt einen Satz von drei Reglerparametern.

**[0029]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden nach dem Erreichen des Arbeitspunktes des Antriebsmotors die Reglerparameter neu festgesetzt, d.h. es wird ein neuer Satz von Reglerparametern gewählt. In der Regel werden dabei nach dem Erreichen des Arbeitspunktes "härtere" Reglerparameter ausgewählt als beim Anfahren des Antriebs, so daß nach dem Erreichen des Arbeitspunktes des Motors nur noch kleinere Schwankungen der Drehzahl toleriert werden als während des Anfahrens des Motors.

**[0030]** In einer Weiterbildung der vorgenannten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß die Reglerparameter erst dann neu festgesetzt werden, wenn sowohl der Arbeitspunkt des Motors erreicht als auch die Anpassung der Korrekturwerte abgeschlossen ist. In diesem Fall bedeutet die Neufestsetzung der Reglerparameter nach dem Erreichen des Arbeitspunktes des Motors, daß diese Festsetzung endgültig ist und keine weiteren Veränderungen der Reglerparameter vorgenommen werden, solange der Motor am Arbeitspunkt mit seiner Soll-Drehzahl arbeitet. Selbst wenn aber nach einer anderen Variante der Erfindung auch nach dem Erreichen des Arbeitspunktes des Motors die Korrekturwerte ohne Begrenzung weiter angepasst werden, so ist es grundsätzlich vorteilhaft, nach dem Erreichen des Arbeitspunktes mit neuen, härteren Reglerparameter zu arbeiten.

**[0031]** Nach dem Erreichen des Arbeitspunktes des Motors wird zudem zur Regelung der Drehzahl vorzugsweise das Pulsweitenmodulations-Verhältnis herangezogen.

**[0032]** Nach dem Auslösen des Motors wird dessen Drehzahl vorzugsweise mit einer im wesentlichen konstanten Beschleunigung erhöht. Die Änderung der Drehzahl über der Zeit bildet dann eine Gerade; der Motor wird also entlang einer "Rampe" bis zu seinem Arbeitspunkt hochgefahren. Abweichungen von der durch die Steigung der Rampe vorgegebenen jeweiligen Soll-Drehzahl beim Anfahren des Motors werden dabei durch die vorstehend beschriebene Regelung korrigiert.

**[0033]** Solange die Korrekturwerte noch nicht mit hinreichender Genauigkeit bestimmt worden sind, wird nach dem Auslösen des Antriebsmotors die Drehzahl vorzugsweise durch Mittelung über mehrere jeweils die Drehzahl des Motors repräsentierende Signale ermittelt. Hierbei kann insbesondere eine gleitende Mittelwertbildung herangezogen werden. Durch diese Mittelwertbildung können toleranzbedingte Schwankungen der Drehzahlinformationen des Signalgebers zumindest teilweise eliminiert werden. Gleichzeitig nimmt aber der Echtzeitgehalt der Drehzahlinformation ab.

**[0034]** Das Verfahren gemäß Patentanspruch 13 kann insbesondere mit einem Signalgeber ausgeführt werden, der eine Partitionierung aufweist, wobei die Korrekturwerte zur Kompensation von Toleranzen dienen, die auf diese Partitionierung zurückzuführen sind. Ein Beispiel für einen solchen partitionierten Signalgeber ist ein Multipolmagnet, der mit der Antriebswelle des Motors der Verstelleinrichtung verbunden ist und sich zusammen mit dieser bewegt. Toleranzen können hier einerseits in der Ausdehnung der einzelnen Segmente des Multipolmagneten auftreten und zum anderen auch auf unterschiedliche Schaltschwellen der Nord-Süd- und der Süd-Nord-Übergänge des Multipolmagneten zurückzuführen sein. Letztere machen sich insbesondere bei der Digitalisierung des von dem Signalgeber erzeugten Signals bemerkbar. Bei einem derartigen Signalgeber dienen die Korrekturwerte also zum einen dazu, fertigungsbedingte Schwankungen in der Ausdehnung der einzelnen Partitionen des Signalgebers auszugleichen, und zum anderen dazu, Ungenauigkeiten zu eliminieren, die auf die Übergänge zwischen den einzelnen Partitionen des Signalgebers zurückzuführen sind.

**[0035]** Bei dem vorgenannten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird auch deutlich, daß durch Mittelung über die Signale, die nacheinander von verschiedenen Partitionen des Signalgebers erzeugt werden, die Genauigkeit der Drehzahlinformation erhöht werden kann. So kann im Fall eines Multipolmagneten schon bei der Mittelung über je einen Nord-Süd- und einen Süd-Nord-Übergang die auf unterschiedliche Schaltschwellen zurückzuführende Ungenauigkeit zumindest erheblich reduziert werden. Bei Bedarf kann die Mittelwertbildung jedoch auch über eine größere Anzahl von Werten, z.B. über vier oder acht Werte, erfolgen.

**[0036]** Bei einem Signalgeber der mit der Antriebswelle des Motors verbunden ist und daher zusammen mit dieser rotiert, kann vorgesehen sein, daß für jede Partition des Signalgebers ein eigener Korrekturwert in Form einer Korrektur des der jeweiligen Partition zugeordneten Drehwinkels ermittelt wird, so daß die korrigierten Drehwinkel die tatsächliche Ausdehnung der Partition entlang des Umfangs des Signalgebers repräsentieren.

**[0037]** Die vorliegende Erfindung ist unabhängig davon, nach welchem Prinzip der Signalgeber arbeitet, der das die Drehung des Motors repräsentierende Signal erzeugt. Der Signalgeber kann insbesondere nach einem magnetischen, induktiven, kapazitiven, resistiven oder auch optischen Prinzip arbeiten.

**[0038]** Als ein magnetischer Signalgeber kommt insbesondere ein Multipolmagnet in Frage, der durch eine zusammen mit der Antriebswelle des Motors rotierende, mehrpolige Magnetscheibe gebildet wird. Das von dem Multipolmagneten erzeugte magnetische Signal läßt sich in bekannter Weise mittels Hall-Sensoren detektieren. Sowohl bei der Anwendung des magnetischen als auch des induktiven oder kapazitiven Prinzips kommen darüber hinaus Zahnrad-scheiben zur Erzeugung eines die Drehung der Antriebswelle repräsentierenden Signals in Frage. Zur Erzeugung optischer Signale, die eine Drehbewegung des Motors repräsentieren, kann schließlich ein mit Schlitzen versehener Signalgeber vorgesehen sein, der jeweils dann für ein optisches Signal durchlässig ist, wenn sich einer der Schlitze zwischen einer Lichtquelle und einem der Lichtquelle zugeordneten Empfänger befindet.

**[0039]** Der Signalgeber kann auch Bestandteil des elektromechanischen Systems des Antriebsmotors der Verstell-einrichtung sein, wie z.B. bei Verwendung des Kollektors eines Kommutatormotors, des Spulensystems eines kom-mutatorlosen Motors oder des Piezoelementes eines Piezomotors als Signalgeber.

**[0040]** Ferner kann auch der Motorstrom selbst als Signalgeber dienen, wenn dieser die für die Bestimmung der Drehzahl erforderlichen Informationen enthält, etwa bei KommutatorMotoren.

**[0041]** Weitere Vorteile der Erfindung werden bei der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen an-hand der Figuren deutlich werden.

**[0042]** Es zeigen:

Fig. 1 - einen Signalgeber und einen zugeordneten Detektor zur Ausführung des erfindungsgemäßen Ver-fahrens;

Figuren 2 bis 4 - verschiedene Kennlinien motorisch angetriebener Verstelleinrichtungen von Kraftfahrzeugen, an-hand derer die toleranzbedingten charakteristischen Eigenschaften der Partitionen eines Signal-gebers gemäß Fig. 1 ermittelbar sind;

Fig. 5 - eine zweite Ausführungsform eines Signalgebers und eines zugeordneten Detektors zur Ausfüh-rung des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 6 - eine Darstellung der Ausgangssignale des Detektors aus Fig. 5;

Fig. 7 - eine grafische Darstellung der Zeitabhängigkeit der Drehzahl eines Antriebsmotors während des Betriebs einer Sitzverstelleinrichtung.

**[0043]** In Fig. 1 ist ein Signalgeber 1 in Form einer mehrpoligen, kreisförmigen Magnetscheibe dargestellt, die auf der Antriebswelle 10 eines rotierenden Antriebs einer Verstelleinrichtung in einem Kraftfahrzeug angeordnet ist und die insgesamt sechs nebeneinanderliegende Partitionen 11 bis 16 in Form von Kreissegmenten aufweist, wobei jedem Kreissegment 11 bis 16 ein magnetischer Nordpol  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $N_3$  bzw. ein magnetischer Südpol  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  zugeordnet ist. Gegenüber diesem Signalgeber 1 ist als Detektor ein Hall-Sensor 2 angeordnet, der in bekannter Weise aufgrund des von dem Signalgeber 1 erzeugten magnetischen Signales ein die Drehbewegung der Antriebswelle 10 repräsentie-rendes Ausgangssignal  $U_1$  erzeugt, das einer (in Fig. 1 nicht dargestellten) Elektronikeinheit der Verstelleinrichtung zur Auswertung zugeführt wird. Mittels der Elektronikeinheit können in bekannter Weise die Position, die Drehzahl und die Beschleunigung der Antriebswelle 10 bestimmt werden.

**[0044]** Bei Verwendung eines zweiten Hall-Sensors 3, der gemäß Fig. 5 als Bestandteil des Detektors neben dem ersten Hall-Sensor 2 angeordnet wird und der ein zweites Ausgangssignal  $U_2$  erzeugt, kann in einfacher Weise auch die Drehrichtung der Antriebswelle 10 ermittelt werden. Es sind aber auch Verfahren zur Drehrichtungsbestimmung unter Verwendung nur eines Sensors bekannt.

**[0045]** Derartige Signalgeber und zugeordnete Sensoren zur Bestimmung der Position, Drehzahl, Drehrichtung so-wie Beschleunigung eines Antriebsmotors sind bekannt und brauchen daher nicht näher beschrieben zu werden.

**[0046]** Bei einer solchen Vorrichtung können Ungenauigkeiten bei der Bestimmung der Drehzahl, Beschleunigung etc. zum einen dadurch auftreten, daß die Ausdehnung der einzelnen Kreissegmente 11 bis 16 entlang des Umfangs des Signalgebers 1 (Winkelausdehnung) fertigungsbedingten Schwankungen unterliegt, d.h. die tatsächliche Winkel-ausdehnung der einzelnen Kreissegmente weicht von der idealen (theoretischen) Winkelausdehnung ab. Ferner kön-

nen bei der Digitalisierung des Signales, das an den Übergängen zwischen den einzelnen Nord- und Südpolen erzeugt wird, weitere Ungenauigkeiten auftreten; insbesondere weisen Nord-Süd-Übergänge in der Regel eine etwas andere Charakteristik auf als Süd-Nord-Übergänge. Hinzu kommen eventuelle weitere Meßfehler, die auf Toleranzen des Hall-Sensors 2 bzw. 3 zurückzuführen sind, etwa Toleranzen der Hysterese der Schaltschwellen von Hall-Sensoren.

**[0047]** Die toleranzbedingten charakteristischen Eigenschaften der Partitionen 11 bis 16 des Signalgebers 1 sowie der Übergänge zwischen den einzelnen Partitionen 11 bis 16 (und ggf. des Detektors 2 bzw. 3) werden vorzugsweise nach jedem Start des Antriebs der Sitzverstellereinrichtung ermittelt. Auf deren Grundlage wird für jede Partition 11 bis 16 des Signalgebers 1 ein Korrekturwert ermittelt und mit den Ausgangssignalen  $U_1$ ,  $U_2$  der Hall-Sensoren 2 bzw. 3 verknüpft. Diese Korrekturwerte werden den Partitionen 11 bis 16 zugeordnet und entsprechend abgespeichert. Beim weiteren Betrieb des Antriebs bzw. Motors wird bei jeder Messung der Drehzahl mittels des Signalgebers 1 und der Hall-Sensoren 2, 3 der jeweilige Meßwert mit dem zugehörigen abgelegten Korrekturwert verknüpft, wodurch die toleranzbedingten Meßfehler erheblich vermindert werden.

**[0048]** Eine Testbewegung des Signalgebers zur Ermittlung der toleranzbedingten charakteristischen Eigenschaften der Signalgeberpartitionen im Rahmen einer elektronischen Fehlerkorrektur kann bei einem rotierenden Antrieb, der gemäß Figur 1 mit einem kreisscheibenförmigen Signalgeber 1 verbunden ist, in einer oder mehreren Umdrehungen des Antriebs und Signalgebers 1 zur Erfassung der einzelnen Sektoren oder Kreissegmente 11 bis 16, bei einem längsverstellbaren Signalgeber in dem Zurücklegen einer geradlinigen oder vorgegebenen gekrümmten Strecke zur Erfassung der einzelnen Streckenunterteilungen oder dergl. bestehen.

**[0049]** Vorzugsweise besteht die Testbewegung aus einem vorgegebenen Bewegungsabschnitt des Signalgebers mit im wesentlichen konstanter Beschleunigung und/oder konstanter Geschwindigkeit, so daß aufgrund definierter Antriebsbedingungen, beispielsweise durch Erfassung der Zeitdauer zwischen aufeinanderfolgenden Signalen, deren Verhältnis zu einer Bewegungsperiode, beispielsweise einer Umdrehung, und damit deren Anteil an der Periode ermittelt werden kann, woraus auf einen konkreten Wert, beispielsweise einen Winkel, der einzelnen Partitionen geschlossen werden kann.

**[0050]** Die toleranzbedingten charakteristischen Eigenschaften der Signalgeberpartitionen 11 bis 16 gemäß Figur 1 werden vorzugsweise nach jedem Start des Antriebs ermittelt. Ist jedoch gewährleistet, daß es sich um ein immanentes System handelt (also bei Sicherung einer dauerhaft eindeutigen Zuordnung zwischen Signalgeberpartitionen und Sensorsignalen), so können die toleranzbedingten charakteristischen Eigenschaften der Signalgeberpartitionen 11 bis 16 einmal erfaßt und gespeichert werden und so eine dauerhafte Fehlerkorrektur gewährleisten.

**[0051]** Alternativ hierzu können die toleranzbedingten charakteristischen Eigenschaften der Signalgeberpartitionen 11 bis 16 adaptiv in vorgegebenen Prüfzyklen, angepaßt werden, das heißt nach einer anfänglichen Ermittlung der toleranzbedingten charakteristischen Eigenschaften der Signalgeberpartitionen 11 bis 16 wird nach einer vorgegebenen Anzahl von Betriebszyklen ein Prüfzyklus vorgesehen, dessen Korrekturwerte die ursprünglichen Korrekturwerte ersetzen oder beispielsweise durch Mittelwertbildung angleichen.

**[0052]** Die elektronische Fehlerkorrektur sieht insbesondere vor, daß für jede Signalgeberpartition 11 bis 16 ein Korrekturwert ermittelt und mit den Sensorsignalen  $U_1$  verknüpft wird. Dabei wird in einem Meßzyklus ein Korrekturwert für jede einzelne Partition oder jeden einzelnen Sektor 11 bis 16 des Signalgebers ermittelt und dieser Partition 11 bis 16 zugeordnet abgespeichert. Bei einem Betrieb des Antriebs bzw. Motors wird bei jeder Messung der Drehzahl mit einer Signalgeberpartition 11 bis 16 der Meßwert mit dem abgelegten Korrekturwert verknüpft, das heißt beispielsweise multipliziert, addiert, dividiert oder subtrahiert. Dadurch wird der Meßfehler, der mit den einzelnen Signalgeberpartitionen 11 bis 16 verbunden ist, stark verringert. Die Genauigkeit des Meßwertes hängt dann nur noch vom Verarbeitungsbereich der Zahlen im Berechnungsverfahren zur Ermittlung der Geschwindigkeit oder Beschleunigung ab.

**[0053]** Bei kreisscheibenförmigen, rotierenden Signalgebern 1 mit Partitionen 11 bis 16 in Form von Kreissegmenten können in einfacher Weise unmittelbar korrigierte Drehwinkel der Partitionen 11 bis 16 bestimmt werden, die der tatsächlichen Ausdehnung der einzelnen Signalgeberpartitionen 11 bis 16 auf dem Ringmagneten entsprechen.

**[0054]** Für die tatsächliche, korrigierte Winkelausdehnung  $\alpha_i$  der i-ten Partition eines Signalgebers (Ausdehnung der entsprechenden Partition entlang des Umfangs des Signalgebers) gilt unter der Annahme einer Drehbewegung mit im wesentlichen konstanter Beschleunigung

$$\alpha_i = \Omega \cdot dT_i + (\Omega'/2) \cdot (dT_i)^2,$$

wobei  $\Omega$  die Winkelgeschwindigkeit der Drehbewegung und  $\Omega'$  deren Ableitung nach der Zeit (Winkelbeschleunigung) ist.  $dT_i$  repräsentiert das Zeitintervall, das für eine Drehung des Signalgebers um den Winkel benötigt wird, welcher der tatsächlichen Winkelausdehnung der betrachteten i-ten Signalgeberpartition entspricht. Bei bekannter Beschleunigung des Antriebs (und somit bekannter Geschwindigkeit zu jedem Zeitpunkt) läßt sich hieraus in Echtzeit die tatsächliche Winkelausdehnung  $\alpha_i$  der einzelnen Signalgeberpartitionen bestimmen, indem die entsprechenden Zeitintervalle  $dT_i$  gemessen werden.

**[0055]** Die praktische Durchführung wird nachfolgend beispielhaft anhand der Bestimmung der Winkelausdehnung  $\alpha_5$  der fünften Signalgeberpartition eines in acht nebeneinanderliegende Partitionen P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8 in Form von Kreissegmenten (wobei die achte Partition P8 wiederum an die erste Partition P1 grenzt) unterteilten kreisscheibenförmigen Signalgebers erläutert. Hierzu wird unter der Annahme einer konstanten Beschleunigung des Antriebs angesetzt:

$$\Omega' = (\Omega_{\text{end}} - \Omega_{\text{anf}})/dT_5,$$

wobei

$$\Omega_{\text{anf}} = 2\pi/T_{\text{anf}}$$

und

$$\Omega_{\text{end}} = 2\pi/T_{\text{end}}$$

und

wobei  $T_{\text{anf}}$  bzw.  $T_{\text{end}}$  jeweils die Zeitdauer einer vollständigen Umdrehung des Signalgebers beginnend bei der ersten Signalgeberpartition bzw. der zweiten Signalgeberpartition repräsentieren, die um das Zeitintervall  $dT_1$  zueinander versetzt sind. Demnach repräsentiert  $T_{\text{anf}}$  die Dauer einer (ersten) vollständigen Umdrehung des Signalgebers, bei der nacheinander zunächst die erste, dann die zweite, dritte, vierte, fünfte, sechste, siebte und schließlich die achte Signalgeberpartition den zugeordneten Sensor passieren, also in der Reihenfolge P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8.  $T_{\text{end}}$  repräsentiert die Zeitdauer einer vollständigen Umdrehung des Signalgebers, die um das Zeitintervall  $dT_1$  gegenüber der erstgenannten Umdrehung verschoben ist, so daß nacheinander zunächst die zweite, dann die dritte, vierte, fünfte, sechste, siebte, achte und schließlich die erste Signalgeberpartition den zugeordneten Sensor passieren, also in der Reihenfolge P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P1.

**[0056]** Anders ausgedrückt ist

$$T_{\text{anf}} = \sum_1^8 dT_i$$

und

$$T_{\text{end}} = \sum_2^9 dT_i = T_{\text{anf}} - dT_1 + dT_9,$$

wobei  $dT_9$  das Zeitintervall repräsentiert, während dessen die erste Signalgeberpartition P1 unmittelbar im Anschluß an eine (erste) vollständige Umdrehung des Signalgebers den zugeordneten Sensor erneut passiert. D.h.  $T_{\text{end}}$  läßt sich aus  $T_{\text{anf}}$  bestimmen, indem von  $T_{\text{anf}}$  (das die Periodendauer der genannten ersten vollständigen Umdrehung des Signalgebers repräsentiert) der Beitrag  $dT_1$  abgezogen wird, der von der ersten Partition P1 des Signalgebers während der genannten ersten Umdrehung herrührt, und stattdessen das Zeitintervall  $dT_9$  hinzugefügt wird, während dessen die erste Partition P1 bei der unmittelbar nachfolgenden (zweiten) Umdrehung den Signalgeber passiert.

**[0057]** Der Begriff "erste vollständige Umdrehung" des Signalgebers soll dabei nicht darauf hindeuten, daß es sich um dessen erste Umdrehung überhaupt (nach der Inbetriebnahme des Antriebs) handelt. Es geht ausschließlich darum, eine Rangfolge der einzelnen aufeinanderfolgenden Umdrehungen herzustellen, indem eine bestimmte Umdrehung als erste vollständige Umdrehung bezeichnet wird; die weiteren Umdrehungen werden dann als zweite Umdrehung, dritte Umdrehung etc. bezeichnet.

**[0058]** Aus dem obigen Ansatz ergibt sich für die tatsächliche Winkelausdehnung  $\alpha_5$  der fünften Signalgeberpartition

$$\alpha_5 = \Omega_{\text{anf}} * dT_5 + (\Omega_{\text{end}} - \Omega_{\text{anf}})/(2 * dT_5) * (dT_5)^2,$$

und daraus folgt durch Ausführung der Addition:

$$\alpha_5 = 0.5 * (\Omega_{\text{end}} + \Omega_{\text{anf}}) * dT_5.$$

**[0059]** Diese Formeln können zur Bestimmung der Winkelausdehnung  $\alpha_i$  sämtlicher Partitionen des Signalgebers verwendet werden, indem die auf einer Kreisscheibe nebeneinander angeordneten acht Partitionen (Kreissegmente) jeweils derart numeriert werden, daß die gerade zu untersuchende Partition die fünfte Partition bildet.

**[0060]** Somit kann die korrigierte (tatsächliche) Winkelausdehnung  $\alpha_i$  einer beliebigen Partition des Signalgebers dadurch ermittelt werden, daß zunächst bei einer (ersten) Umdrehung des Signalgebers die Zeitintervalle gemessen werden, während derer dessen einzelne Partitionen den zugeordneten Sensor passieren, und daraus  $T_{\text{anf}}$  bestimmt wird. Anschließend wird noch das Zeitintervall gemessen, während dessen die erste Partition des Signalgebers bei der unmittelbar folgenden (zweiten) Umdrehung den Sensor passiert. Daraus läßt sich unter Verwendung von  $T_{\text{anf}}$  mit den obigen Gleichungen  $T_{\text{end}}$  berechnen. Aus  $T_{\text{anf}}$  und  $T_{\text{end}}$  ergibt sich schließlich die korrigierte (tatsächliche) Winkelausdehnung der entsprechenden Partition des Signalgebers.

**[0061]** Es sei noch bemerkt, daß mit den obigen Formeln keine echten Korrekturwerte bestimmt werden, die noch mit der idealen (theoretischen) Winkelausdehnung der einzelnen Signalgeberpartitionen verknüpft werden müssen, um deren tatsächliche Winkelausdehnung zu erhalten. Vielmehr werden unmittelbar die tatsächlichen, korrigierten Werte für die Winkelausdehnung der Signalgeberpartitionen ermittelt. Hieraus lassen sich aber beispielsweise ein additiver oder ein multiplikativer Korrekturwert dadurch bestimmen, daß die Differenz bzw. der Quotient der tatsächlichen Winkelausdehnung und der idealen (theoretischen) Winkelausdehnung gebildet werden.

**[0062]** Das Abbruchkriterium zur Beendigung der Ermittlung der toleranzbedingten charakteristischen Eigenschaften der Signalgeberpartition ist dann erfüllt, wenn die Korrekturwerte oder korrigierten Signalgeberpartitionen in mindestens zwei aufeinanderfolgenden Zyklen innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereiches liegen und/oder die Summe der Korrekturwerte oder korrigierte Partitionen innerhalb eines Zyklus (abgesehen von tolerierbaren Abweichungen) gleich dem Wert einer Periode des Signalgebers ist.

**[0063]** Bei der ersten Fallgestaltung sind mindestens zwei aufeinanderfolgende Zyklen, d.h. vollständige Umdrehungen der Antriebswelle erforderlich, um einen Vergleich der Korrekturwerte vornehmen zu können und festzustellen, ob eventuelle Abweichungen der Korrekturwerte für die einzelnen Partitionen oder Sektoren innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereiches liegen. Ist dies nicht der Fall, sind weitere Testzyklen erforderlich.

**[0064]** Bei der zweiten Fallgestaltung ist lediglich ein Testzyklus, d.h. eine Umdrehung der Antriebswelle (abgesehen von der eventuellen Notwendigkeit nach Abschluß dieser Umdrehung noch weitere Zeitintervalle zur Bestimmung der Winkelausdehnung der einzelnen Partitionen messen zu müssen) erforderlich, wenn die Summe der korrigierten bzw. normierten Sensorsignale beispielsweise einem Winkel von 360° für eine volle Umdrehung des kreisscheibenförmigen Signalgebers entspricht. Selbstverständlich sind auch andere Kontrollverfahren möglich, beispielsweise in der Weise, daß die Summe aller Korrekturfaktoren einem vorgegebenen Wert entspricht. Zwar ist für dieses Abbruchkriterium lediglich eine Umdrehung der Antriebswelle erforderlich, bei einer ungleichmäßigen Beschleunigung des Antriebs treten aber hierdurch bedingt Meßfehler auf. Aus diesem Grunde wird dieses Kriterium nur in gleichförmigen Bewegungsabschnitten angewendet, die empirisch ermittelt werden können.

**[0065]** Eine weitere Variante zur Bestimmung des Abbruchkriteriums für das Korrekturverfahren besteht in einer gleitenden Mittelwertbildung oder in einer Verknüpfung der beiden vorstehend dargestellten Varianten, d.h. in jedem Testzyklus muß die Summe der Korrekturwerte oder korrigierten Signalgeberpartitionen innerhalb eines Zyklus gleich dem Wert einer Periode des Signalgebers sein und die Korrekturwerte oder korrigierten Signalgeberpartitionen aufeinanderfolgender Zyklen müssen innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereiches liegen.

**[0066]** Nachdem die Erfüllung des Abbruchkriteriums festgestellt ist, berechnet der Algorithmus mit den Korrekturwerten die genauen Drehzahlwerte für die entsprechenden Signalgeberpartitionen, d.h. im Falle eines kreisscheibenförmigen Signalgebers die genauen Drehzahlwerte für die einzelnen Sektoren.

**[0067]** In den Figuren 2 bis 4 sind verschiedene Möglichkeiten der Ermittlung der toleranzbedingten charakteristischen Eigenschaften der Signalgeberpartitionen sowie des nachfolgenden Abgleichs mit den Sensorsignalen anhand von Kennlinien einer motorisch angetriebenen Verstelleinrichtung in Kraftfahrzeugen als Geschwindigkeit bzw. Drehzahl über der Zeit  $t$  dargestellt. Diese Darstellungen sollen verdeutlichen, daß die Testbewegung insbesondere Teil bzw. Bestandteil des Betriebslaufes einer motorisch angetriebenen Verstelleinrichtung sein kann, insbesondere wenn die Testbewegung nach jedem Start des Antriebs zur Ermittlung der toleranzbedingten charakteristischen Eigenschaften der Signalgeberpartitionen durchgeführt wird.

**[0068]** Figur 2 zeigt in einem Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm den zeitlichen Verlauf einer konstant beschleunigten Verstelleinrichtung, bei der in der Zeitspanne zwischen  $t_1$  und  $t_2$  die Ermittlung der toleranzbedingten charakteristischen Eigenschaften der Signalgeberpartitionen erfolgt, während in einem nachfolgenden Zeitabschnitt  $t_4$  bis  $t_5$  desselben Laufs der Verstelleinrichtung bzw. deren Antrieb ein Abgleich mit den Sensor-Ausgangssignalen vorgenommen wird.

**[0069]** Figur 3 zeigt in einem Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm den zeitlichen Verlauf einer mit konstanter Geschwindigkeit bewegten motorisch angetriebenen Verstelleinrichtung, bei der ebenfalls in der Zeitspanne zwischen  $t_1$  und  $t_2$

die Ermittlung der toleranzbedingten charakteristischen Eigenschaften der Signalgeberpartitionen erfolgt, während in der Zeitspanne zwischen  $t_4$  und  $t_5$  ein entsprechender Abgleich vorgenommen wird.

**[0070]** Figur 4 zeigt eine zeitliche Darstellung der Geschwindigkeit einer motorisch angetriebenen Verstelleinrichtung, die bis zum Zeitpunkt  $t_3$  mit konstanter Beschleunigung bis zum Erreichen der Nenn-Drehzahl  $n_{\text{nenn}}$  bzw. Nenn-Geschwindigkeit beschleunigt wird und dann mit konstanter Geschwindigkeit bzw. konstanter Nenn-Drehzahl weiterbewegt wird. In dieser Ausführungsform erfolgt die Ermittlung der toleranzbedingten charakteristischen Eigenschaften der Signalgeberpartitionen in der Zeitspanne zwischen  $t_1$  und  $t_2$  beim Hochlaufen, d.h. konstanten Beschleunigen der motorisch angetriebenen Verstelleinrichtung, während der Abgleich in der Zeitspanne zwischen  $t_4$  und  $t_5$  nach Erreichen der Nenn-Drehzahl erfolgt.

**[0071]** Eine schaltungstechnische Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens erfordert gemäß Figur 5 zwei dem sechspoligen Signalgeber 1 zugeordnete und entlang der Bewegungsbahn des Signalgebers zueinander beabstandete Sensoren 2, 3. Aufgrund fertigungsbedingter Ungenauigkeiten sind die sechs Sektoren des sechspoligen Magneten nicht gleichgroß und gegebenenfalls nicht gleichstark magnetisiert, so daß bei einer Drehung der Magnetscheibe 1 mit konstanter Geschwindigkeit oder konstanter Beschleunigung die Hallsensoren 2, 3 unterschiedliche Meßzeiten für die einzelnen Sektoren erfassen. Zur Behebung dieses Problems werden die anund/oder abfallenden Flanken der durch die Partitionierung des Signalgebers 1 ausgelösten Sensorsignale  $U_1$ ,  $U_2$  der beiden Sensoren 2, 3 erfaßt und die Zeitdifferenz zwischen Signalen der derselben Partition des Signalgebers 1 zugeordneten Sensorsignale  $U_1$ ,  $U_2$  ermittelt und zur Bestimmung der toleranzbedingten charakteristischen Eigenschaften der Signalgeberpartitionen 11 bis 16 ausgewertet.

**[0072]** Es wird also die Drehzahl des Signalgebers 1 dadurch bestimmt, daß der zeitliche Abstand gemessen wird, in dem ein bestimmter Punkt des Signalgebers 1, nämlich ein N-S- oder ein S-N-Übergang nacheinander die beiden Sensoren 2, 3 passiert. Indem der Winkelabstand der beiden Sensoren 2, 3 (also der Abstand der beiden Sensoren 2, 3 entlang des Umfangs des Signalgebers 1) durch die so gemessene Zeit dividiert wird, erhält man die Drehzahl des Signalgebers und somit des Antriebs.

**[0073]** Die Erfassung der Zeitdifferenz zwischen den ansteigenden oder abfallenden Flanken der beiden Sensorausgangssignale eliminiert unterschiedliche Längen der Signalgeberpartitionen bzw. unterschiedliche Winkelabschnitte der Signalgebersektoren und beseitigt also Fertigungsungenauigkeiten des Signalgebers.

**[0074]** Grundsätzlich kann der Abstand  $a$  zwischen den beiden Sensoren entlang der Bewegungsbahn des Signalgebers 1 beliebig sein, beispielsweise bei einem kreisscheibenförmigen Signalgeber einen Winkel von  $90^\circ$  zwischen den Sensoren 2, 3 einschließen, jedoch fallen bei einem Abstand, der größer als die Ausdehnung der kleinsten Partition oder einem Vielfachen davon ist, Drehzahl- oder Beschleunigungsänderungen des Signalgebers 1 stärker ins Gewicht, so daß die Grenzen der Meßgenauigkeit niedriger liegen. Aus diesem Grunde werden die Sensoren 2, 3 für eine aktuelle Drehzahlbestimmung aus den einzelnen Signalgeberpartitionen anstelle einer Mittelwertbildung in einem Abstand  $a$  zueinander angeordnet, der vorzugsweise kleiner oder gleich der kleinsten Partition des Signalgebers 1 ist.

**[0075]** Figur 6 zeigt die Sensorausgangssignale des Ausführungsbeispiels aus Figur 5 und verdeutlicht die unterschiedlich langen Zeitintervalle zwischen den ansteigenden und abfallenden Flanken der durch beispielsweise die ungleichen Sektoren 11 und 12 der Magnetscheibe 1 ausgelösten Signale. wird die Zeitdifferenz  $T$  zwischen den ansteigenden oder abfallenden Flanken der Sensorausgangssignale der beiden Hallsensoren 1, 2 ermittelt, so werden die durch ungleiche Längen der einzelnen Sektoren bedingten unterschiedlichen Impulslängen bei der Erfassung der einzelnen Sektoren eliminiert.

**[0076]** Ist der Abstand  $a$  zwischen den beiden entlang der Peripherie der Magnetscheibe 1 versetzt zueinander angeordneten Hallsensoren 11, 12 kleiner als der kleinste Magnetscheibensektor, ergibt sich die größte Meßgenauigkeit, da eventuelle Drehzahl- oder Beschleunigungsänderungen in diesem Zeitabschnitt nicht ins Gewicht fallen. Bei größeren Abständen zwischen den beiden Hallsensoren erfolgt bei Drehzahl- oder Beschleunigungsänderungen eine Mittelwertbildung und damit eine Zunahme der Meßgenauigkeit.

**[0077]** Es wird nun mit Bezug auf die Figuren 1 bzw. 5 (die sich nur hinsichtlich der Anzahl der dem Signalgeber zugeordneten Sensoren unterscheiden) in Verbindung mit Figur 7 die nach einem zweiten Aspekt der Erfindung vorgesehene Regelung einer motorisch angetriebenen Verstelleinrichtung unmittelbar nach dem Einschalten des Motors und unter Berücksichtigung der gleichzeitigen Ermittlung von Korrekturwerten erläutert.

**[0078]** Hinsichtlich der Bestimmung der Korrekturwerte sei hier noch einmal erwähnt, daß die Korrekturwerte vorzugsweise rekursiv bestimmt werden, wobei das Abbruchkriterium zur Beendigung der Bestimmung der Korrekturwerte dann erfüllt ist, wenn die Korrekturwerte in mindestens zwei aufeinanderfolgenden Zyklen innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereiches liegen und/oder die Summe der korrigierten Partitionen des Signalgebers 1 während eines Zyklus innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereiches um den Wert einer Periode des Signalgebers 1 liegt (also die Summe der Winkelausdehnungen der einzelnen Segmente der Magnetscheibe bis auf zulässige Abweichungen gleich  $360^\circ$  ist).

**[0079]** Durch diese zusammenfassende Darstellung des oben näher beschriebenen Verfahrens zur Bestimmung der Korrekturwerte wird insbesondere deutlich, daß hierbei ständig Zwischenresultate gebildet werden, anhand derer

laufend überprüft wird, ob das Abbruchkriterium hinsichtlich der Bestimmung der Korrekturwerte erfüllt ist. Die Besonderheit des vorliegenden Verfahrens zur Regelung einer Verstelleinrichtung für Kraftfahrzeuge, und insbesondere einer Sitzverstelleinrichtung, liegt darin, daß bereits diese Zwischenresultate in die Regelung des Antriebs der Verstelleinrichtung einbezogen werden. Dies soll nachfolgend anhand der Fig. 7 näher erläutert werden.

**[0080]** In Fig. 7 ist die Drehzahl  $n$  des Antriebsmotors einer Sitzverstelleinrichtung für Kraftfahrzeuge über der Zeit  $t$  aufgetragen. In diesem Diagramm bezeichnen ferner  $n_{AP}$  die Soll-Drehzahl des Motors an seinem Arbeitspunkt und  $t_{AP}$  den Zeitpunkt, bis zu dem der Motor zu seiner Soll-Drehzahl hochgefahren werden soll.

**[0081]** Die in dem Diagramm gemäß Fig. 7 mit  $S$  bezeichnete Linie zeigt zu jedem Zeitpunkt  $t$  die Soll-Drehzahl des Motors bei einer definierten Bewegung der Sitzverstelleinrichtung an.

**[0082]** In einem ersten Zeitabschnitt (bis zum Zeitpunkt  $t_{AP}$ ) soll demnach der Motor mit einer konstanten Beschleunigung (auf einer "Rampe") bis zu seiner Soll-Drehzahl am Arbeitspunkt hochgefahren werden. Anschließend soll mit konstanter Drehzahl die eigentliche Verstellbewegung durchgeführt werden. Anschließend wird der Motor mit einer konstanten negativen Steigung, also entlang einer abfallenden Rampe, wieder heruntergefahren.

**[0083]** Die Aufgabe besteht nun darin, die tatsächliche Drehzahl, die in dem Diagramm gemäß Fig. 7 durch die mit  $T$  bezeichnete Linie repräsentiert ist, derart zu regeln, daß die Abweichungen der tatsächlichen Drehzahl von der Soll-Drehzahl möglichst gering sind.

**[0084]** Hierzu ist nach der Erfindung vorgesehen, daß einerseits nach dem Betätigen des Motors toleranzbedingte charakteristische Werte des Signalgebers ermittelt und daraus Korrekturwerte bestimmt werden, die bei der Auswertung der Ausgangssignale berücksichtigt werden und die zumindest solange angepaßt werden, bis ein vorgegebenes Abbruchkriterium erfüllt ist, und daß andererseits bereits während der Bestimmung und Anpassung der Korrekturwerte Zwischenresultate dieser Werte zur Festlegung von Reglerparametern des Regelalgorithmus verwendet werden. Aufgrund der letzteren Maßnahme kann die Regelung der Drehzahl bereits einsetzen, bevor die Korrekturwerte hinreichend genau bestimmt wurden. Insbesondere kann (sobald die ersten Zwischenresultate der Korrekturwerte ermittelt wurden) bereits beim Anfahren des Motors entlang der ansteigenden Rampe eine Regelung der Drehzahl stattfinden. Hierbei werden vorzugsweise vergleichsweise "weiche" Reglerparameter verwendet, die größere Schwankungen der Drehzahl um den Soll-Wert zulassen. Nach dem Erreichen des Arbeitspunktes des Motors und nach Erfüllung des Abbruchkriteriums werden dann entsprechend "härtere" Reglerparameter zur Regelung der Drehzahl herangezogen, so daß die Drehzahl dann nur noch geringfügig von der Soll-Drehzahl abweichen darf.

**[0085]** Zusätzlich kann unmittelbar nach dem Starten des Antriebs noch vorgesehen sein, daß die Ermittlung der Drehzahl mittels des Signalgebers und der zugehörigen Detektoren sowie mittels der mit dem Regelalgorithmus programmierten Elektroneinheit durch eine gleitende Mittelwertbildung über mehrere die Drehzahl des Antriebsmotors repräsentierende Signale erfolgt. Hierdurch wird die Genauigkeit bei der Ermittlung der Drehzahl erhöht, allerdings auf Kosten des Echtzeitgehaltes der Drehzahlinformation. Sobald die Korrekturwerte mit hinreichender Genauigkeit bestimmt worden sind, kann daher die Mittelwertbildung aufgegeben werden.

**[0086]** Es sei noch erwähnt, daß die nach diesem Verfahren bestimmten Korrekturwerte der Reglerparameter auch beim Herunterfahren des Antriebs am Ende der Verstellbewegung berücksichtigt werden können.

**[0087]** Hinsichtlich weiterer Einzelheiten und möglicher Varianten bei der Regelung des Antriebs sei auf die diesbezüglichen Ausführungen in der Beschreibungseinleitung verwiesen. Diese lassen sich ohne weiteres auf das in den Fig. 1, 5 und 7 dargestellte Ausführungsbeispiel übertragen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung motorisch angetriebener Verstelleinrichtungen in Kraftfahrzeugen, bei dem

a) ein mit dem Motor gekoppelter, partitionierter Signalgeber, also deren ein die Drehzahl des Motors repräsentierendes Signal erzeugt,

b) ein dem Signalgeber zugeordneter Detektor (2, 3) dieses Signal detektiert und ein entsprechendes Ausgangssignal erzeugt und

c) eine Regeleinheit das Ausgangssignal auswertet und die Drehzahl des Motors in Abhängigkeit von dem Ausgangssignal einstellt,

**dadurch gekennzeichnet,**

**daß** die toleranzbedingten charakteristischen Eigenschaften der Signalgeberpartitionen (11 bis 16) in der Anlaufphase des Motors ermittelt und bei der Auswertung der Ausgangssignale ( $U_1$ ,  $U_2$ ) berücksichtigt werden.

2. Verfahren zur Regelung motorisch angetriebener Verstelleinrichtungen in Kraftfahrzeugen nach Anspruch 1, bei dem ein mit dem Motor gekoppelter, partitionierter Signalgeber ein die Drehzahl des Motors repräsentierendes Signal erzeugt, ein dem Signalgeber zugeordneter Detektor dieses Signal detektiert und ein entsprechendes Ausgangssignal erzeugt und eine Regeleinheit das Ausgangssignal auswertet und die Drehzahl des Motors in Abhängigkeit von dem Ausgangssignal einstellt, wobei als die toleranzbedingten charakteristischen Eigenschaften der Signalgeberpartitionen (11 bis 16) die Winkelausdehnung ( $\alpha_i$ ) der Signalgeberpartitionen (11 bis 16) ermittelt und bei der Auswertung der Ausgangssignale ( $U_1$ ,  $U_2$ ) berücksichtigt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine tatsächliche, korrigierte Winkelausdehnung  $\alpha_i$  der i-ten Signalgeberpartition ermittelt wird gemäß:

$$\alpha_i = \Omega * dTi + (\Omega' / 2) * (dTi)^2$$

wobei  $\Omega$  die Winkelgeschwindigkeit der Drehbewegung des Motors und  $\Omega'$  deren Ableitung nach der Zeit, also deren Winkelbeschleunigung bezeichnet und dTi das Zeitintervall repräsentiert, das für eine Drehung des Signalgebers um den Winkel  $\alpha_i$  benötigt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die toleranzbedingten charakteristischen Eigenschaften der Signalgeberpartitionen (11 bis 16) in einer Testbewegung des Signalgebers (1) ermittelt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 2, 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Testbewegung aus einem vorgegebenen Bewegungsabschnitt des Signalgebers (1) mit im wesentlichen konstanter Beschleunigung und/oder konstanter Geschwindigkeit besteht.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** nach der Ermittlung der toleranzbedingten charakteristischen Eigenschaften der Signalgeberpartitionen (11 bis 16) in einer Testbewegung des Signalgebers (1) ein Abgleich der Ausgangssignale ( $U_1$ ,  $U_2$ ) in demselben Lauf der Verstelleinrichtung bzw. von deren Antrieb vorgenommen wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die toleranzbedingten charakteristischen Eigenschaften der Signalgeberpartitionen (11 bis 16) nach jedem Start des Antriebs ermittelt werden.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die toleranzbedingten charakteristischen Eigenschaften der Signalgeberpartitionen (11 bis 16) einmalig ermittelt und gespeichert werden.

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die toleranzbedingten charakteristischen Eigenschaften der Signalgeberpartitionen (11 bis 16) adaptiv in vorgegebenen Prüfzyklen angepaßt werden.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die einzelnen Korrekturwerte dadurch bestimmt werden, daß die Summe der Zeiten der einzelnen Signalgeberpartitionen (11 bis 16) während eines Testzyklus gemessen wird und in einer anschließenden Messung noch die Zeit der ersten Signalgeberpartition (11) während des unmittelbar folgenden Testzyklus gemessen wird.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Ermittlung der toleranzbedingten charakteristischen Eigenschaften der Signalgeberpartitionen (11 bis 16) abgeschlossen wird, wenn die Korrekturwerte oder korrigierten Signalgeberpartitionen (11 bis 16) in mindestens zwei aufeinanderfolgenden Zyklen innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereiches liegen und/oder die Summe der Korrekturwerte oder korrigierten Signalgeberpartitionen (11 bis 16) innerhalb eines Zyklus gleich dem Wert einer Periode des Signalgebers (1) ist.

12. Verfahren nach Anspruch 1 mit zwei dem Signalgeber zugeordneten Detektoren, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Zeitdifferenzen zwischen den an- und/oder abfallenden Flanken der Ausgangssignale ( $U_1$ ,  $U_2$ ) der beiden Detektoren (2, 3) in einer Testbewegung des Signalgebers (1) gemessen und zur Bestimmung der toleranzbedingten charakteristischen Eigenschaften der Signalgeberpartitionen (11 bis 16) ausgewertet werden.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Detektoren (2, 3) entlang der Bewegungsbahn des Signalgebers (1) in einem konstanten Abstand zueinander angeordnet werden, der kleiner oder gleich der kleinsten Signalgeberpartition (11 bis 16) ist.
- 5 14. Verfahren zur Regelung motorisch angetriebener Verstelleinrichtungen in Kraftfahrzeugen, bei dem
- a) ein mit dem Motor gekoppelter Signalgeber, also deren ein die Drehzahl des Motors repräsentierendes Signal erzeugt,
- 10 b) ein dem Signalgeber zugeordneter Detektor 2, 3 dieses Signal detektiert und ein entsprechendes Ausgangssignal erzeugt und
- c) eine mit einem Regelalgorithmus versehene Regeleinheit das Ausgangssignal auswertet und die Drehzahl des Motors in Abhängigkeit von dem Ausgangssignal einstellt,
- 15 insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß**
- d) nach dem Betätigen des Motors toleranzbedingte charakteristische Werte des Signalgebers (1) ermittelt und daraus Korrekturwerte bestimmt werden, die bei der Auswertung der Ausgangssignale ( $U_1$ ,  $U_2$ ) berücksichtigt werden,
- 20 e) die Korrekturwerte zumindest solange angepaßt werden, wie ein vorgegebenes Abbruchkriterium nicht erfüllt ist, und
- 25 f) während der Bestimmung und Anpassung der Korrekturwerte Zwischenresultate dieser Werte gebildet und zur Festlegung von Reglerparametern des Regelalgorithmus verwendet werden.
15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Anpassung der Korrekturwerte auch nach dem Erreichen des Arbeitspunktes des Motors fortgesetzt wird, solange das Abbruchkriterium nicht erfüllt ist.
- 30 16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Anpassung der Korrekturwerte nach dem Erreichen des Arbeitspunktes des Motors ohne Begrenzung fortgesetzt wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, daß** nach dem Erreichen des Arbeitspunktes des Motors die Reglerparameter neu festgesetzt werden.
- 35 18. Verfahren nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Reglerparameter neu festgesetzt werden, sobald der Arbeitspunkt des Motors erreicht und die Anpassung der Korrekturwerte abgeschlossen ist.
- 40 19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** nach dem Auslösen des Motors dessen Solldrehzahl ( $n_{\text{soll}}$ ) mit im wesentlichen konstanter Beschleunigung erhöht wird.
20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** nach dem Auslösen des Motors zur Ermittlung von dessen Drehzahl ( $n$ ) zunächst jeweils über mehrere die Drehzahl ( $n$ ) des Motors repräsentierende Ausgangssignale ( $U_1$ ,  $U_2$ ) gemittelt wird.
- 45 21. Verfahren nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Ermittlung der Drehzahl ( $n$ ) über eine gleitende Mittelwertbildung erfolgt.
- 50 22. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Signalgeber (1) eine Partitionierung (11 - 16) aufweist und daß die Korrekturwerte zur Kompensation von Toleranzen dienen, die auf die Partitionierung (11 - 16) zurückzuführen sind.
23. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13 oder Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet, daß** für jede Partition (11 - 16) des Signalgebers (1) ein Korrekturwert ermittelt und mit den Ausgangssignalen ( $U_1$ ,  $U_2$ ) verknüpft wird.
- 55 24. Verfahren nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Signalgeber (1) beim Betrieb des Motors rotiert und daß für jede Partition (11 - 16) ein korrigierter Drehwinkel ermittelt wird, der die tatsächliche Ausdehnung der

Partition (11 - 16) entlang des Umfangs des Signalgebers (1) repräsentiert.

25. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Signalgeber (1) die Signale nach einem magnetischen, induktiven, kapazitiven, resistiven oder optischen Prinzip erzeugt.
26. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Signalgeber (1) als Multipolmagnet ausgebildet ist.
27. Verfahren nach Anspruch 26, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Signalgeber (1) als mehrpolige Magnetscheibe ausgebildet ist, die im Betrieb des Motors rotiert.
28. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 25, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Signalgeber Bestandteil des elektromechanischen Systems des Motors ist.
29. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Motorstrom als Signalgeber dient.
30. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** es zur Regelung von Sitzverstellereinrichtungen in Kraftfahrzeugen dient.

## Claims

1. Method for regulating motor driven displacement devices in motor vehicles wherein

- a) a partitioned signal transmitter (1) coupled to the motor generates a signal representing the speed of the motor,
- b) a detector (2, 3) dedicated to the signal transmitter detects this signal and generates a corresponding output signal and
- c) a regulating unit evaluates the output signal and adjusts the speed of the motor in dependence on the output signal,

### characterised in that

the tolerance-conditioned characteristic properties of the signal transmitter partitions (11 to 16) are determined in the start-up phase of the motor and are taken into consideration during evaluation of the output signals ( $U_1$ ,  $U_2$ ).

2. Method for regulating motor driven displacement devices in motor vehicles according to claim 1 in which a partitioned signal transmitter coupled to the motor generates a signal representing the speed of the motor, a detector dedicated to the signal transmitter detects this signal and generates a corresponding output signal and a regulating unit evaluates the output signal and adjusts the speed of the motor in dependence on the output signal wherein the angular extensions ( $\alpha_i$ ) of the signal transmitter partitions (11 to 16) are determined as the tolerance-conditioned characteristic properties of the signal transmitter partitions (11 to 16) and taken into account when evaluating the output signals ( $U_1, U_2$ ).
3. Method according to claim 1 or 2 **characterised in that** an actual corrected angular extension  $\alpha_i$  of the i-th signal transmitter partition is determined according to:

$$\alpha_i = \Omega * dTi + (\Omega'/2) * (dTi)^2$$

in which  $\Omega$  represents the angular speed of the rotational movement of the motor and  $\Omega'$  represents its derivative according to the time, thus its angular acceleration and  $dTi$  represents the time interval which is required for a rotation of the signal transmitter about the angle  $\alpha_i$ .

4. Method according to one of claims 1 to 3 **characterised in that** the tolerance-conditioned characteristic properties of the signal transmitter partitions (11 to 16) are determined in a test movement of the signal transmitter (1).

5. Method according to claim 2, 3 or 4 **characterised in that** the test movement consists of a predetermined movement section of the signal transmitter (1) with substantially constant acceleration and/or constant speed.
6. Method according to one of the preceding claims **characterised in that** after determining the tolerance-conditioned characteristic properties of the signal transmitter partitions (11 to 16) in a test movement of the signal transmitter (1) a balancing of the output signals ( $U_1$ ,  $U_2$ ) is undertaken in the same run of the displacement device or its drive.
7. Method according to one of the preceding claims **characterised in that** the tolerance-conditioned characteristic properties of the signal transmitter partitions (11 to 16) are determined after each start-up of the drive.
8. Method according to one of claims 1 to 7 **characterised in that** the tolerance-conditioned characteristic properties of the signal transmitter partitions (11 to 16) are determined and stored once.
9. Method according to claim 8 **characterised in that** the tolerance-conditioned characteristic properties of the signal transmitter partitions (11 to 16) are tuned adaptively in predetermined test cycles.
10. Method according to one of the preceding claims **characterised in that** the individual correction values are determined **in that** the sum of the times of the individual signal transmitter partitions (11 to 16) is measured during a test cycle and in a subsequent measuring process the time of the first signal transmitter partition (11) is still measured during the immediately following test cycle.
11. Method according to one of the preceding claims **characterised in that** determining the tolerance-conditioned characteristic properties of the signal transmitter partitions (11 to 16) is concluded when the correction values or corrected signal transmitter partitions (11 to 16) in at least two successive cycles lie within a predetermined tolerance range and/or the sum of the correction values or corrected signal transmitter partitions (11 to 16) within one cycle is equal to the value of one period of the signal transmitter (1).
12. Method according to claim 1 with two detectors assigned to the signal transmitter **characterised in that** the time differences between the rising and/or falling flanks of the output signals ( $U_1$ ,  $U_2$ ) of the two detectors (2, 3) are measured in one test movement of the signal transmitter (1) and are evaluated in order to determine the tolerance-conditioned characteristic properties of the signal transmitter partitions (11 to 16).
13. Method according to claim 12 **characterised in that** the detectors (2, 3) are mounted along the path of movement of the signal transmitter (1) at a constant spacing from each other which is less than or equal to the smallest signal transmitter partition (11 to 16).
14. Method for regulating motor driven displacement devices in motor vehicles in which
  - a) a signal transmitter (1) coupled to the motor generates a signal representing the speed of the motor,
  - b) a detector (2, 3) dedicated to the signal transmitter detects this signal and produces a corresponding output signal and
  - c) a control unit provided with a control algorithm evaluates the output signal and adjusts the speed of the motor in dependence on the output signal, more particularly according to one of the preceding claims, **characterised in that**
  - d) after actuating the motor tolerance-conditioned characteristic values of the signal transmitter (1) are determined and from this correction values are determined which are taken into account when evaluating the output signals ( $U_1$ ,  $U_2$ ),
  - e) the correction values are adapted at least so long as a predetermined disconnection criterion is not met; and
  - f) during determining and adapting the correction values intermediate results of these values are formed and used for fixing the regulator parameters of the regulating algorithm.
15. Method according to claim 14 **characterised in that** the adaptation of the correction values is continued even

after reaching the operating point of the motor so long as the disconnection criterion is not met.

16. Method according to claim 15 **characterised in that** the adaptation of the correction values is continued without restriction after reaching the operating point of the motor.

17. Method according to one of claims 14 to 16 **characterised in that** after reaching the operating point of the motor the regulator parameters are newly fixed again.

18. Method according to claim 17 **characterised in that** the regulator parameters are fixed anew as soon as the operating point of the motor is reached and the adaptation of the correction values has been completed.

19. Method according to one of the preceding claims **characterised in that** after triggering the motor its ideal speed ( $U_{\text{sol}}$ ) is raised with a substantially constant acceleration.

20. Method according to one of the preceding claims **characterised in that** after triggering the motor in order to determine its speed (n) at first an average is formed through several output signals ( $U_1$ ,  $U_2$ ) representing the speed (n) of the motor.

21. Method according to claim 20 **characterised in that** determining the speed (n) is carried out through a sliding mean value formation.

22. Method according to one of claims 14 to 21 **characterised in that** the signal transmitter (1) has a partitioning (11-16) and that the correction values serve to compensate tolerances which are due to the partitioning (11 to 16).

23. Method according to one of claims 1 to 13 or claim 22 **characterised in that** for each partition (11 to 16) of the signal transmitter (1) a correction value is determined and linked to the output signals ( $U_1$ ,  $U_2$ ).

24. Method according to claim 23 **characterised in that** the signal transmitter (1) rotates during operation of the motor and that for each partition (11 to 16) a corrected rotational angle is determined which represents the actual extension of the partition (11 to 16) along the circumference of the signal transmitter (1).

25. Method according to one of the preceding claims **characterised in that** the signal transmitter (1) generates the signals according to a magnetic, inductive, capacitive, resistive or optical principle.

26. Method according to one of the preceding claims **characterised in that** the signal transmitter (1) is formed as a multi-pole magnet.

27. Method according to claim 26 **characterised in that** the signal transmitter (1) is formed as a multi-pole magnetic disc which rotates during operation of the motor.

28. Method according to one of claims 1 to 25 **characterised in that** the signal transmitter is a constituent part of the electromechanical system of the motor.

29. Method according to one of claims 14 to 21 **characterised in that** the motor current serves as signal transmitter.

30. Method according to one of the preceding claims **characterised in that** it serves to regulate seat adjusters in motor vehicles.

## Revendications

1. Procédé de régulation de dispositifs de réglage, entraînés par un moteur, dans des véhicules automobiles, selon lequel:

- a) un générateur de signaux (1) couplé au moteur et divisé en sections, produit un signal représentant la vitesse de rotation du moteur,
- b) un détecteur (2, 3) associé au générateur de signaux détecte ce signal et produit un signal de sortie correspondant, et

c) une unité de régulation évalue le signal de sortie et règle la vitesse de rotation du moteur en fonction du signal de sortie,

**caractérisé en ce**

**que** les propriétés caractéristiques, conditionnées par les tolérances, des sections (11 à 16) du générateur de signaux sont déterminées pendant la phase de démarrage du moteur et sont prises en compte lors de l'évaluation des signaux de sortie ( $U_1$  et  $U_2$ ).

2. Procédé de régulation de dispositifs de réglage entraînés par un moteur dans des véhicules automobiles, selon la revendication 1, selon lequel un générateur de signaux couplé au moteur et divisé en sections produit un signal représentant la vitesse de rotation du moteur, un détecteur associé au générateur de signaux détecte ce signal et produit un signal de sortie correspondant et une unité de régulation évalue le signal de sortie et règle la vitesse de rotation en fonction du signal de sortie, l'étendue angulaire ( $\alpha_i$ ) des sections (11 à 16) du générateur de signaux étant déterminée en tant que propriétés caractéristiques, conditionnées par les tolérances, des sections (11 à 16) du générateur de signaux et étant prise en compte lors de l'évaluation des signaux de sortie ( $U_1$ ,  $U_2$ ).

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**une étendue angulaire effective corrigée  $\alpha_i$  de la  $i$ -ème section du générateur de signaux est déterminée conformément à:

$$\alpha_i = \Omega * dTi + (\Omega'/2) * (dTi)^2$$

$\Omega$  représentant la vitesse angulaire du mouvement de rotation du moteur et  $\Omega'$  sa dérivée dans le temps, c'est-à-dire son accélération angulaire, et  $dTi$  désignant l'intervalle de temps, qui est nécessaire pour une rotation du générateur de signaux sur l'angle  $\alpha_i$ .

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les propriétés caractéristiques, conditionnées par les tolérances, des sections (11 à 16) du générateur de signaux sont déterminées dans un déplacement de test du générateur de signaux (1).

5. Procédé selon la revendication 2, 3 ou 4, **caractérisé en ce que** le déplacement de test est constitué par une section de déplacement prédéterminée du générateur de signaux (1) avec une accélération essentiellement constante et/ou une vitesse essentiellement constante.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**après la détermination des propriétés caractéristiques, conditionnées par les tolérances, des sections (11 à 16) du générateur de signaux, un équilibrage des signaux de sortie ( $U_1$ ,  $U_2$ ) lors du même déplacement du dispositif de réglage ou de son dispositif d'entraînement est réalisé lors d'un déplacement de test du générateur de signaux (1).

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les propriétés caractéristiques, conditionnées par des tolérances, des sections (11 à 16) du générateur de signaux sont déterminées après chaque démarrage du dispositif d'entraînement.

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** les propriétés caractéristiques, conditionnées par les tolérances, des sections (11 à 16) du générateur de signaux sont déterminées et mémorisées une seule fois.

9. Procédé selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** les propriétés caractéristiques, conditionnées par les tolérances des sections (11 à 16) du générateur de signaux sont adaptées d'une manière adaptative, dans des cycles de test prédéterminés.

10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les différentes valeurs de correction sont déterminées par le fait que la somme des temps des différentes sections (11 à 16) du générateur de signaux est mesurée pendant un cycle de test et que lors d'une mesure ultérieure, le temps de la première section (11) du générateur de signaux est en outre mesuré pendant le cycle de test immédiatement suivant.

11. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la détermination des propriétés caractéristiques, conditionnées par les tolérances, des sections (11 à 16) du générateur de signaux est terminée lorsque les valeurs de correction ou les sections corrigées (11 à 16) du générateur de signaux sont situées, pendant

au moins deux cycles successifs, à l'intérieur d'une plage prédéterminée de tolérances et/ou que la somme des valeurs de correction ou des sections corrigées (11 à 16) du générateur de signaux possède à l'intérieur d'un cycle une valeur égale à celle d'une période du générateur de signaux (1).

- 5 12. Procédé selon la revendication 1, comportant deux détecteurs associés au générateur de signaux, **caractérisé en ce que** les différences de temps entre les flancs montants et/ou retombants des signaux de sortie ( $U_1$ ,  $U_2$ ) des deux détecteurs (2, 3) sont mesurées lors d'un déplacement de test du générateur de signaux (1) et sont évaluées pour la détermination des propriétés caractéristiques, conditionnées par les tolérances, des sections (11 à 16) du générateur de signaux.
- 10 13. Procédé selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** les détecteurs (2, 3) sont disposés le long de la trajectoire de déplacement du générateur de signaux (1) à une distance réciproque constante, qui est inférieure ou égale à la plus petite section (11 à 16) du générateur de signaux.
- 15 14. Procédé de régulation de dispositifs de réglage, entraînés par un moteur, dans des véhicules automobiles, selon lequel:
- a) un générateur de signaux (1) couplé au moteur produit un signal représentant la vitesse de rotation du moteur,
- 20 b) un détecteur (2, 3) associé au générateur de signaux détecte ce signal et produit un signal de sortie correspondant, et
- c) une unité de régulation pourvue d'un algorithme de régulation évalue le signal de sortie et règle la vitesse de rotation du moteur en fonction du signal de sortie, notamment selon l'une des revendications précédentes,
- 25 **caractérisé en ce que**
- d) après l'actionnement du moteur, des valeurs caractéristiques, conditionnées par les tolérances, du générateur de signaux (1) sont déterminées et des valeurs de correction, qui sont prises en compte lors de l'évaluation des signaux de sortie ( $U_1$ ,  $U_2$ ), sont déterminées à partir de là,
- 30 e) les valeurs de correction sont adaptées au moins tant qu'un critère prédéterminé d'interruption n'est pas satisfait; et
- f) pendant la détermination et l'adaptation d'une valeur de correction, des résultats intermédiaires de ces valeurs sont formées et sont utilisées pour fixer des paramètres de régulation de l'algorithme de régulation.
- 35 15. Procédé selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** l'adaptation d'une valeur de correction se poursuit également après que le point de fonctionnement du moteur a été atteint, tant que le critère d'interruption n'est pas satisfait.
- 40 16. Procédé selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** l'adaptation des valeurs de correction se poursuit sans limitation après que le point de fonctionnement du moteur a été atteint.
17. Procédé selon l'une des revendications 14 à 16, **caractérisé en ce que** les paramètres du régulateur sont à nouveau fixés après que le point de fonctionnement du moteur a été atteint.
- 45 18. Procédé selon la revendication 17, **caractérisé en ce que** les paramètres du régulateur sont à nouveau fixés dès que le point de fonctionnement du moteur est atteint et que l'adaptation des valeurs de correction est terminée.
19. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**après le démarrage du moteur, sa vitesse de rotation de consigne ( $n_{\text{consigne}}$ ) est accrue avec une accélération essentiellement constante.
- 50 20. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**après le démarrage du moteur, pour la détermination de sa vitesse de rotation ( $n$ ), une moyenne est formée tout d'abord respectivement sur plusieurs signaux de sortie ( $U_1$  et  $U_2$ ) représentant la vitesse de rotation ( $n$ ) du moteur.
- 55 21. Procédé selon la revendication 20, **caractérisé en ce que** la détermination de la vitesse de rotation ( $n$ ) s'effectue au moyen d'une formation de moyenne glissante.
22. Procédé selon l'une des revendications 14 à 21, **caractérisé en ce que** le générateur de signaux (1) comporte une division en sections (11-16) et que les valeurs de correction sont utilisées pour compenser des tolérances,

qui sont imputables à la séparation en sections (11-16).

23. Procédé selon l'une des revendications 1 à 13 ou selon la revendication 22, **caractérisé en ce qu'**une valeur de correction est déterminée pour chaque section (11-16) du générateur de signaux (1) et est combinée aux signaux de sortie ( $U_1$ ,  $U_2$ ).

24. Procédé selon la revendication 23, **caractérisé en ce que** le générateur de signaux (1) tourne lors du fonctionnement du moteur et que pour chaque section (11-16) est déterminé un angle de rotation corrigé, qui représente l'étendue effective de la section (11-16) le long de la périphérie du générateur de signaux (1).

25. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le générateur de signaux (1) produit les signaux selon un principe magnétique, inductif, capacitif, résistif ou optique.

26. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le générateur de signaux (1) est agencé sous la forme d'un aimant multipolaire.

27. Procédé selon la revendication 26, **caractérisé en ce que** le générateur de signaux (1) est agencé sous la forme d'un dispositif magnétique multipolaire, qui tourne pendant le fonctionnement du moteur.

28. Procédé selon l'une des revendications 1 à 25, **caractérisé en ce que** le générateur de signaux fait partie du système électromécanique du moteur.

29. Procédé selon l'une des revendications 14 à 21, **caractérisé en ce que** le courant du moteur est utilisé comme générateur de signaux.

30. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** est utilisé pour la régulation de dispositifs de réglage de sièges dans des véhicules automobiles.

Fig. 1

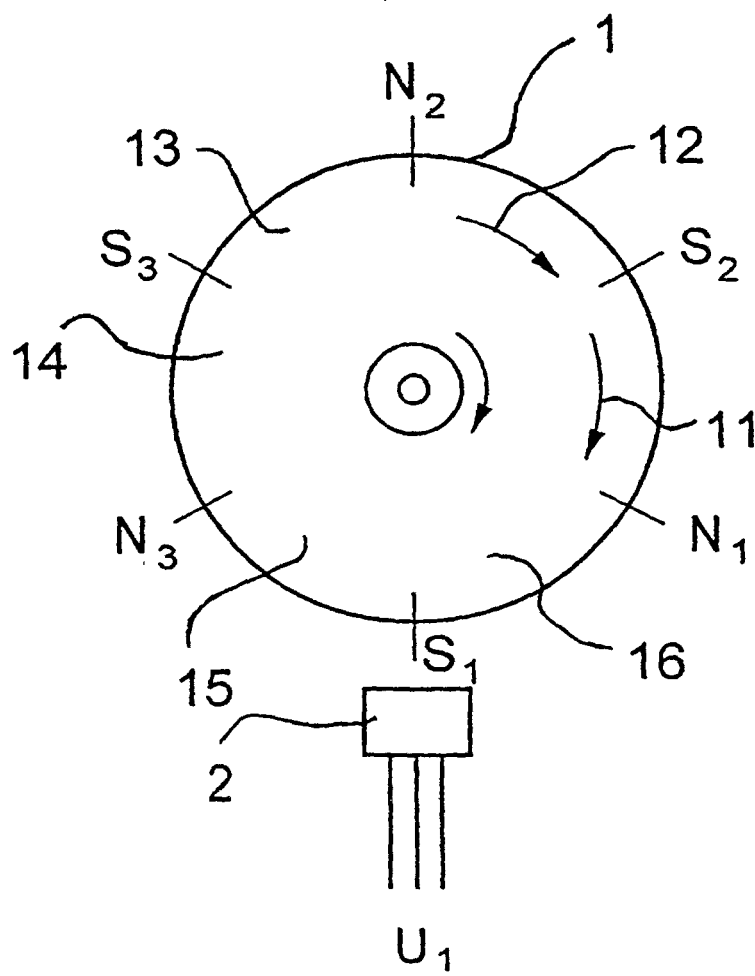


Fig. 2

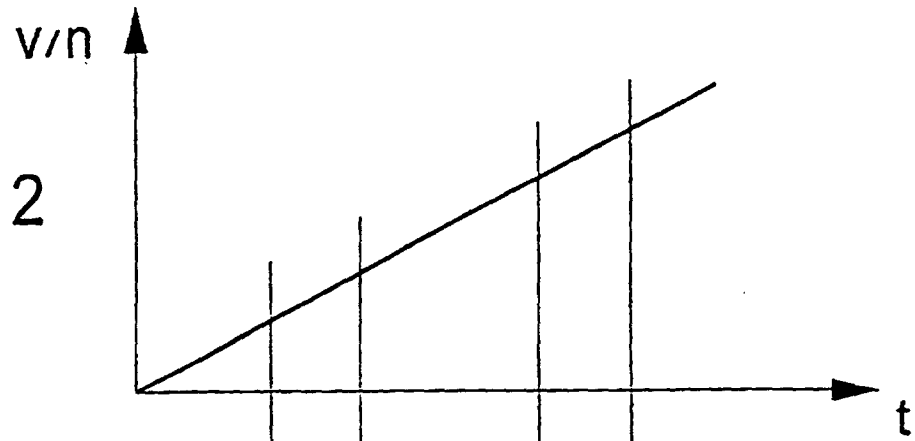


Fig. 3

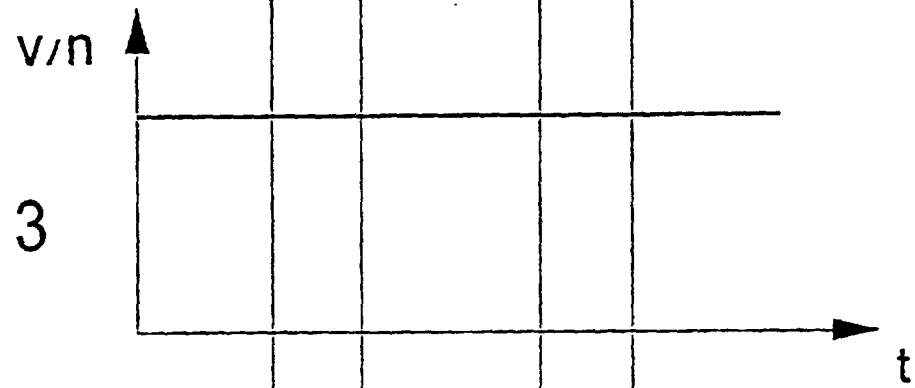


Fig. 4

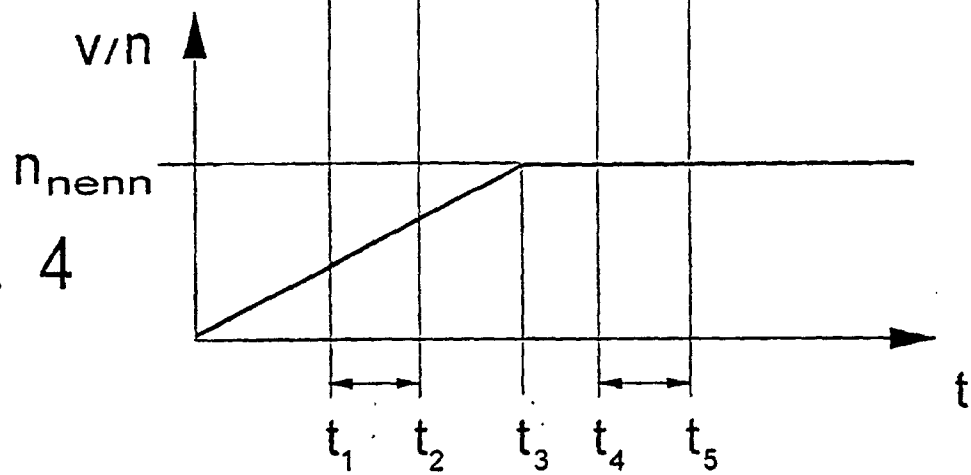


Fig. 5

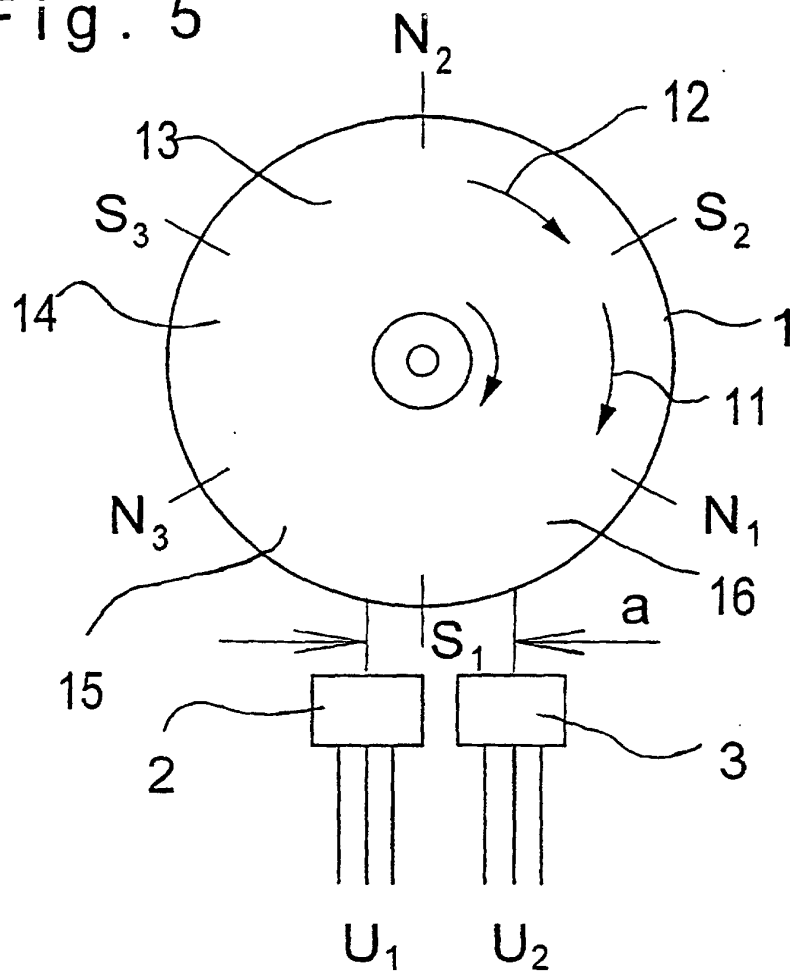


Fig. 6

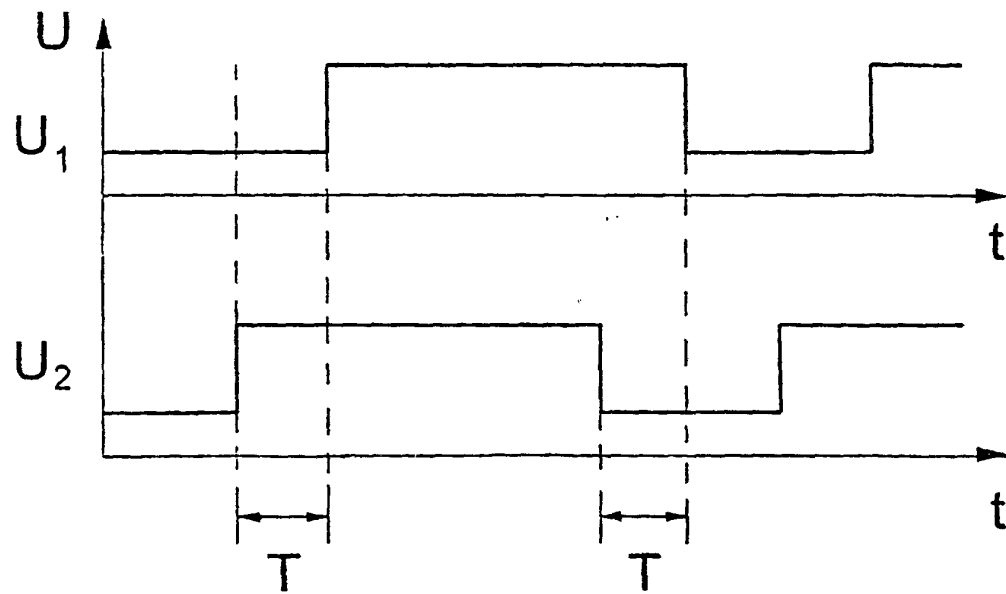


Fig. 7.

