



---

Versteilantriebs eines Kraftfahrzeugs, bei dem der Ankerstrom ( $I_a$ ) und die Motorspannung ( $U_m$ ) des Gleichstrommotors (3) erfasst und zur Ermittlung dessen Gegeninduktionsspannung ( $E$ ) herangezogen werden, anhand derer eine Anzahl von Steuersignale ( $S_m$ ) mit unterschiedlichen Rippelfrequenzen ( $f_n$ ) für steuerbare Frequenzfilter ( $F_n$ ) erzeugt werden. Die von den Frequenzfiltern ( $F_n$ ), denen ein aus dem Ankerstrom ( $I_a$ ) und der Motorspannung ( $U_m$ ) abgeleitetes Filtereingangssignal ( $I_i$ ) zugeführt wird, frequenzabhängig erzeugten Stromrippel ( $R_n$ ) werden im Zuge der Rippelzählung miteinander synchronisiert.

## Beschreibung

### **Verfahren und Vorrichtung zur Verarbeitung eines Motorsignals**

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verarbeitung eines Motorsignals eines Gleichstrommotors, mit einem steuerbaren Frequenzfilter, der anhand der im Ankerstrom des Gleichstrommotors enthaltenen Welligkeiten (Stromrippel) ein drehzahlproportionales Ausgangssignal erzeugt. Das drehzahlproportionale Ausgangssignal kann zur Drehzahl- und/oder Drehrichtungsermittlung sowie insbesondere zur Positionsbestimmung eines mittels eines elektromotorischen Stellantriebs verfahrbaren Verstellteils eines Kraftfahrzeugs herangezogen werden.

Aus der WO 2010/028736 A2 ist es bekannt, zur Verarbeitung eines Motorsignals eines Gleichstrommotors unter Verwendung eines steuerbaren Frequenzfilters ein drehzahlproportionales Signal für die Positionsbestimmung einer Verstelleinrichtung eines Kraftfahrzeugs zu erzeugen. Hierzu werden der Ankerstrom und die Motorspannung des Gleichstrommotors erfasst und zur Ermittlung der Gegeninduktionsspannung (back-EMF) des Gleichstrommotors herangezogen. Dem Frequenzfilter wird steuerseitig ein aus der Gegeninduktionsspannung ermitteltes Steuersignal und signaleingangsseitig ein Filtereingangssignal zugeführt, das aus dem die Stromrippel enthaltenden Ankerstromsignal und dem, vorzugsweise mit einer Tiefpasscharakteristik gewichteten, Motorspannungssignal abgeleitet wird. Das beispielsweise als Bandpass wirksame Frequenzfilter generiert ein Filterausgangssignal, das zur Auszählung der im Ankerstrom enthaltenen Stromrippel herangezogen wird.

Die Zählung der Stromrippel ist während eines Stellvorgangs jedoch häufig nicht fehlerfrei möglich, insbesondere nicht in allen Phasen eines typischen Stellvorgangs. So schwingt sich die Motorgeschwindigkeit während einer Anfahrphase auf eine stabile Endgeschwindigkeit ein, die in der anschließenden Gleichgewichts-

phase ebenso wie die Frequenz der Stromrippel (Rippelfrequenz) annähernd konstant ist.

Aufgrund vergleichsweise unregelmäßiger Stromverhältnisse während eines Stellvorgangs kommt es bei herkömmlichen Verfahren zur Rippelzählung üblicherweise zumindest in bestimmten Stellphasen zu Zählfehlern bei der Rippelzählung. Solche Zählfehler entstehen vorwiegend dadurch, dass Stromrippel im Stromsignal nicht erkannt werden und somit in einem zur Stellgrößen- oder Positionsbestimmung herangezogenen Rippelsignal fehlen. Ferner können Zählfehler aber auch dadurch entstehen, dass extern hervorgerufene Störungen des Motorstromverlaufs fälschlicherweise als Stromrippel identifiziert werden. Beide Arten von Zählfehlern führen zu Fehlern bei der Bestimmung der Stellgrößen. Insbesondere bei der Berechnung der Stellposition können sich diese Fehler ungünstigerweise im Laufe von mehreren aufeinanderfolgenden Stellvorgängen summieren und somit die Funktion der Stellvorrichtung unter Umständen erheblich beeinträchtigen.

Aus der WO 2010/105795 A2 ist es zur Korrektur von Zählfehlern bei der Auswertung von Stromrippeln bekannt, einen Gleichstrommotor einzusetzen, der durch mechanische bzw. elektromechanische Modifikation ein Normrippelmuster aufweist, das pro Motorzyklus mindestens einen hinsichtlich Amplitude, Dauer und/oder zeitlicher Stellung von der Mehrheit der übrigen Rippel des Motorzyklus abweichenden Indexrippel umfasst. Im Betrieb dieses Motors wird aus dem gemessenen Motorstrom und der gemessenen Motorspannung mittels eines Motormodells die Gegeninduktionsspannung (Back Electromagnetic Force) berechnet und daraus ein den Stromrippeln entsprechender Wechselanteil extrahiert. Aus diesem Wechselanteil der Gegeninduktionsspannung werden die Stromrippel, insbesondere die Zeitpunkte und Amplituden derselben, erkannt.

Dabei wird verfahrensgemäß bevorzugt in jedem Motorzyklus der Indexrippel anhand seiner vorbekannten Auszeichnungsmerkmale (d.h. abweichenden Eigenschaften) identifiziert. Zudem werden die insgesamt identifizierten Stromrippel ge-

zählt. Das Zählergebnis, bei dem es sich um ein Maß für die zu ermittelnde Stellgröße oder deren Änderung handelt, wird hierbei um eine entsprechende Anzahl von Zähleinheiten korrigiert, wenn der Indexrippel nicht an der erwarteten Position, sondern an einer gegenüber dieser verschobenen Position identifiziert (gezählt) wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein zur Verarbeitung eines Motorsignals eines Gleichstrommotors besonders geeignetes Verfahren anzugeben, das in einfacher Art und Weise eine zuverlässige Rippelzählung bei gleichzeitig möglichst zuverlässiger Zählfehlererkennung und –korrektur ermöglicht. Des Weiteren soll ein hierzu geeignete Vorrichtung angegeben werden.

Bezüglich des Verfahrens wird diese Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der hierauf rückbezogenen Unteransprüche.

Hierzu werden der Ankerstrom und die Motorspannung des Gleichstrommotors erfasst und zur Ermittlung dessen Gegeninduktionsspannung herangezogen, um daraus eine Anzahl von Steuersignalen mit unterschiedlichen Rippelfrequenzen für eine entsprechende Anzahl von steuerbaren Frequenzfilter abzuleiten, denen ein aus dem Ankerstrom und der Motorspannung abgeleitetes Filtereingangssignal zugeführt wird. Die frequenzabhängig erzeugten Rippel werden separat gezählt und die gezählten Rippel werden, insbesondere bei jeder Motorumdrehung bzw. bei jedem Motorzyklus, miteinander synchronisiert.

In vorteilhafter Weiterbildung wird einem ersten steuerbaren Frequenzfilter ein drehzahlproportionales erstes Steuersignal mit einer ersten Rippelfrequenz (Grundfrequenz) zugeführt, während einem zweiten steuerbaren Frequenzfilter ein Steuersignal mit einer einem Vielfachen der Motordrehzahl entsprechenden zweiten Rippel- bzw. Grundfrequenz zugeführt wird. Das drehzahlproportionale Steuersignal mit der beispielsweise niedrigsten Rippel- bzw. Grundfrequenz enthält beispielsweise einen einzelnen Rippel je Motorzyklus bzw. –umdrehung. Da durch

bestimmte elektrische oder mechanische Gegebenheiten des Motors oder an diesem entsprechend vorgenommene Maßnahmen bei einem bestimmten Vielfachen der Motordrehzahl eine bestimmte Rippelfrequenz erwartet wird, wird dem zweiten steuerbaren Frequenzfilter ein Steuersignal zugeführt, das dem mit einem entsprechenden Vielfachen der Motordrehzahl multiplizierten ersten Steuersignal entspricht.

Bezüglich der Vorrichtung wird die genannte Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 4. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der hierauf rückbezogenen Unteransprüche.

Die Vorrichtung zur Verarbeitung eines Motorsignals eines Gleichstrommotors, insbesondere eines Verstellantriebs eines Kraftfahrzeugs, umfasst eine Messeinrichtung zur Erfassung des Ankerstroms und der Motorspannung des Gleichstrommotors sowie mindestens einen Funktionsbaustein zur Ermittlung eines Steuersignals aus der Gegeninduktionsspannung des Gleichstrommotors. Der Messeinrichtung sind mindestens zwei steuerbare Frequenzfilter nachgeschaltet, an deren jeweiligen Signaleingang ein aus dem Ankerstrom und der Motorspannung abgeleitetes Filtereingangssignal geführt ist. An die Steuereingänge der Frequenzfilter sind aus dem Ankerstrom und der Motorspannung abgeleitete Steuersignale unterschiedlicher Rippelfrequenz geführt. Vorteilhafterweise sind die Frequenzfilter ausgangsseitig an miteinander synchronisierte Rippelzähler geführt.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass durch den Einsatz mehrerer steuerbarer Frequenzfilter, die mit Steuersignalen unterschiedlicher Rippelfrequenz angesteuert werden, auch ohne die Einprägung spezieller Indexrippel auftretende Zählfehler bei der Rippelzählung erkannt und korrigiert werden können. Da erkanntermaßen bei hohen Motordrehzahlen niedrige Rippelfrequenzen und bei niedrigen Motordrehzahlen hohe Rippelfrequenzen gut erkennbar sind, ist es zweckmäßig, in der Anfahrphase des Gleichstrommotors die Rippelzählung durch Aktivierung zunächst des mit einem Vielfachen der Motordrehzahl und entsprechend hoher Rippelfrequenz gesteuerten Frequenzfilters

zu starten. Diese Vorgehensweise ist auch im Hinblick darauf vorteilhaft, dass bei niedrigen Drehzahlen die Separierung des Gleichstromanteils aus dem Motor- bzw. Ankerstromsignal mit niedrigen Frequenzkomponenten schwierig ist.

Sobald der Gleichstrommotor gestartet ist und dessen Drehzahl ansteigt, können auch die weiteren, vergleichsweise niederfrequent gesteuerten Frequenzfilter zugeschaltet werden. Nach dem alle vorgesehenen Frequenzfilter aktiviert und die entsprechenden Rippelzählungen gestartet worden sind, liefert jeder Rippelzähler unter der Voraussetzung, dass keine Zählfehler auftreten, praktisch denselben Beitrag zur Positionserkennung des mittels des Gleichstrommotors angetriebenen Stell- oder Verstellteils. So liefert der einem niederfrequent angesteuerten Frequenzfilter nachgeordnete Rippelzähler bei jeder Motorumdrehung beispielsweise einen einzelnen Rippel, während ein mit dem Vielfachen der Drehzahl und somit mit einer entsprechend höheren Rippelfrequenz gesteuerter Frequenzfilter ein entsprechendes Vielfaches an Rippeln je Motorzyklus (Motorumdrehung) erzeugt.

Somit können geeigneterweise durch Synchronisation der beteiligten Rippelzähler Zählfehler korrigiert werden, in dem ein bei einem Rippelzähler zu viel oder zu wenig gezählter Rippel abgezogen bzw. hinzugefügt wird, wenn ein anderer Rippelzähler seine zyklisch erwartete Rippelzahl erreicht und/oder mit einem neuen Rippel-Zyklus begonnen hat.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird vorzugsweise unter Verwendung eines mechanisch kommutierten Gleichstrommotors durchgeführt, der durch mechanische, elektrische oder elektromechanische Modifikation einen Ankerstrom generiert, der Stromrippel mit mindestens zwei unterschiedlichen Rippelfrequenzen enthält. Hierdurch wird eine besonders einfache und zuverlässige Korrektur von Zählfehlern bei der Ermittlung der relativen Position eines mittels dieses Motors angetriebenen Kraftfahrzeug-Verstellelementes durch Auszählen der Stromrippel erzielt.

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

- Fig. 1 in einem Blockschaltbild schematisch die Funktionsblöcke einer Vorrichtung zur Verarbeitung eines Motorsignals mittels einer Anzahl von steuerbaren Frequenzfiltern, und
- Fig. 2 in fünf übereinander angeordneten synchronen Diagrammen gegen die Zeit schematisch vereinfacht den Signalverlauf des Ankerstroms während einer Motorumdrehung mit zwei unterschiedlichen Rippelfrequenzen, die hieraus abgeleiteten Steuersignale für zwei Frequenzfilter und die hierbei erkannten und von zwei Rippelzählern zählbaren Stromrippel.

Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Das in Fig. 1 veranschaulichte Blockschaltbild repräsentiert die Funktionalität eines Verfahrens und einer Vorrichtung zur Ermittlung der in einem Ankerstromsignal  $I_a$  eines Gleichstrommotors infolge dessen Kommutierung erzeugten Stromrippel. Diese Stromrippel oder Stromwelligkeiten sind als Wechselsignalanteil dem Gleichstromsignal des Gleichstrommotors überlagert. Da die Anzahl der Kommutatorlamellen des Gleichstrommotors bekannt ist, lässt sich aus der Anzahl der Stromrippel pro Zeiteinheit die Motordrehzahl und die Stellung des Motorankers (Ankerposition) bestimmen. Die Ankerposition oder -stellung wiederum korrespondiert mit der Position eines vom Gleichstrommotor angetriebenen Verstellelementes eines Kraftfahrzeuges. Somit lässt sich beispielsweise die Scheibenposition einer mittels eines Fensterheberantriebs automatisch verstellbaren Fenster-scheibe eines Kraftfahrzeugs entlang deren Verstellweg zwischen einer oberen Schließstellung und einer unteren Offenstellung genau bestimmen.

Die Vorrichtung 1 umfasst eine Anzahl von einstellbaren Frequenzfiltern  $F_n$ , vorzugsweise in Form von abstimmbaren Bandpässen, sowie eine Messeinrichtung 2

mit Mitteln zur Erfassung sowohl eines nachfolgend als Ankerstrom bezeichneten Ankerstromsignals  $I_a$  als auch eines nachfolgend als Motorspannung  $U_m$  bezeichneten Motorspannungssignals eines Gleichstrommotors 3. Obwohl mehrere Frequenzfilter  $F_n$  vorgesehen sein können, wie durch die strichlinierten Funktionsblöcke veranschaulicht, wird bei dem nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispiel der Einfachheit halber von zwei Frequenzfiltern  $F_1$  und  $F_2$  ausgegangen.

Die Frequenz  $f_n$  des einstellbaren Bandpasses ist bestimmt durch die Beziehung:

$$f_n = n = k \cdot E \quad (1), \text{ mit}$$

$$E = U_m - R_a \cdot I_a \quad (2)$$

Dabei sind  $E$  die Gegeninduktionsspannung (Gegen-EMK; engl. back-emf),  $U_m$  die Motorspannung,  $R_a$  der Wicklungswiderstand der Ankerwicklung des Gleichstrommotors,  $I_a$  der Ankerstrom,  $k$  eine Motorkonstante, und  $n$  die Motordrehzahl.

Die nachfolgende Gleichung (3) beschreibt das mathematische Modell des Gleichstrommotors.

$$U_m = R_a \cdot I_a + L_a \cdot \frac{dI_a}{dt} + E \quad (3),$$

wobei  $L_a \cdot dI_a/dt$  die Selbstinduktionsspannung mit  $L_a$  als Wicklungsinduktivität der Ankerwicklung ist. Hieraus kann der Ankerstrom  $I_a$  zu

$$I_a = \frac{1/R_a}{1 + s L_a/R_a} (U_m - E) \quad (5)$$

ermittelt werden. Gemäß der Beziehung  $I_f = I_a - I_e$ , mit  $I_e = U_m/R_a$ , lässt sich durch Differenzbildung ein Filtereingangssignal  $I_f$  ermitteln, das den Frequenzfiltern  $F_{1,2}$  eingangsseitig zugeführt wird. Hierzu ist den Frequenzfiltern  $F_{1,2}$  ein Funktionsbaustein 4 mit Multiplizier- und Subtraktionsfunktionalität signaleingangsseitig vorgeordnet.

Im Funktionsbaustein 4 werden in nicht näher dargestellter, jedoch in der eingangs genannten WO 2010/028736 A2, auf die hiermit ausdrücklich Bezug genommen, detailliert beschriebener Art und Weise einer Subtraktionsstufe das erfasste Ankerstromsignal  $I_a$  direkt und die Motorspannung  $U_m$  über einen Multiplizierer zugeführt, in dem eine Wichtung der gemessenen Motorspannung  $U_m$  mit dem aus Gleichung (5) resultierenden Faktor

$$A = \frac{1/R_a}{(1 + sL_a/R_a)}$$

erfolgt. Dieser Term entspricht einem Tiefpass bzw. einer Tiefpassfunktionalität erster Ordnung und bildet daher einen tiefpasscharakteristischen Faktor A. Das gewichtete Signal  $A \cdot U_m$  wird vom erfassten Ankerstromsignal  $I_a$  subtrahiert. Das Differenzsignale  $I_f$ , dessen typischer Verlauf im oberen Diagramm der Fig. 2 veranschaulicht ist, wird den Frequenzfiltern  $F_{1,2}$  als Filtereingangssignal  $I_f$  zugeführt.

Das dem jeweiligen Frequenzfilter  $F_1$  und  $F_2$  zu dessen Frequenzbestimmung bzw. Grenz- oder Mittenfrequenzeinstellung steuerseitig zugeführte Steuersignal  $S_{f1}$  bzw.  $S_{f2}$  wird gemäß der Beziehung  $E = U_m - R_a \times I_a + L_a \times dI_a/dt$  durch Differenzbildung in einem weiteren Funktionsbaustein 5 ermittelt, dem ebenfalls sowohl das Ankerstromsignal  $I_a$  als auch die Motorspannung  $U_m$  zugeführt sind. Der Funktionsbaustein 5 umfasst wiederum eine Subtraktionsstufe gemäß der WO 2010/028736 A2. Zur Multiplikation sowohl der Motorspannung  $U_m$  mit dem Faktor  $p/K$  als auch des Ankerstromsignal  $I_a$  mit den Faktoren  $p/K$  bzw.  $p/k \cdot R_a$  gemäß den Beziehungen  $S_f = f_n = n \cdot p = k \cdot E$  und  $S_f = p/k \cdot U_m - p/k \cdot R_a \cdot I_a$  sind jeweils ein Multiplizierer vorgesehen (WO 2010/028736 A2). Dabei ist  $p$  die Pol- oder Kommutatorlamellen- bzw. -nutenzahl des Motors 3.

Das an dem Funktionsbaustein 5 ausgangsseitig abgreifbare Ausgangssignal  $S_f$  wird einem Tiefpassfilter 6 zugeführt, der ausgangsseitig das im zweiten Diagramm der Fig. 2 veranschaulichte Steuersignal  $S_{f1}$  liefert. Dieses tiefpassgefilterte Steuersignal  $S_{f1}$  wird dem Steuereingang des Filterbausteins  $F_1$  zugeführt.

Das Steuersignal  $S_{f1}$  wird in einem Funktionsbaustein 7 mit der Drehzahl  $n$  des Motors 3 multipliziert. Das daraus resultierende Steuersignal  $S_{f2} = n \cdot S_{f1}$  für den

zweiten Frequenzfilter  $F_2$  ist im dritten Diagramm der Fig. 2 veranschaulicht. Erkennbar ist die Rippelfrequenz  $f_2$  dieses Steuersignals  $S_{r2}$  für den zweiten Frequenzfilter  $F_2$  im Ausführungsbeispiel um das Achtfache größer als die Rippelfrequenz  $f_1$  des Steuersignals  $S_{r1}$  für das erste Frequenzfilter  $F_1$ .

Die infolge der Frequenzfilterung generierten und an den Frequenzfiltern  $F_1$  und  $F_2$  ausgangsseitig abgreifbaren Rippelsignale  $I_{r1}$  bzw.  $I_{r2}$  sind in Fig. 2 in den beiden unteren Diagrammen veranschaulicht. Diese Rippelsignale  $I_{r1}$  und  $I_{r2}$  werden den Frequenzfiltern  $F_1$  bzw.  $F_2$  ausgangsseitig nachgeordneten Rippelzählern  $C_1$  und  $C_2$  zur Zählung der jeweiligen Stromrippel  $R_1$  bzw.  $R_2$  zugeführt. Den Rippelzählern  $C_1$  und  $C_2$  ist ein Synchronisierungsbaustein 8 zugeordnet, der die Rippelzähler  $C_1$  und  $C_2$  bei jeder Motorumdrehung bzw. bei jedem Motorzyklus synchronisiert. Am Synchronisierungsbaustein 8 ist ausgangsseitig ein die Information bezüglich der Stellung (Stellgröße) des Gleichstrommotors 3 und damit der (relativen) Position des Kraftfahrzeug-Verstellelementes enthaltendes Positionssignal  $P_s$  abgreifbar.

Die Rippelfrequenz  $F_1$  des dem ersten Frequenzbaustein  $f_1$  zugeordneten Steuersignals  $S_{r1}$  beträgt im Ausführungsbeispiel  $f_1 = 100\text{Hz}$ . Die Rippelfrequenz  $f_2$  des dem zweiten Frequenzbaustein  $F_2$  zugeführten Steuersignals  $S_{r2}$  beträgt demnach im Ausführungsbeispiel  $f_2 = 800\text{Hz}$ . Demzufolge enthält das Rippelsignal  $I_{r1}$  je Motorumdrehung (Motorzyklus) einen einzelnen Stromrippel  $R_1$ , während das Rippelsignal  $I_{r2}$  in demselben Zeitraum, also wiederum bei jeder Motorumdrehung acht Stromrippel  $R_2$  enthält.

Während diese zyklisch aufeinanderfolgenden Stromrippel  $R_2$  des Rippelsignals  $I_{r2}$  bei niedriger Motordrehzahl  $n$  vergleichsweise zuverlässig erwartet werden können, ist die Auswertung des Rippelsignals  $I_{r1}$  und die Auszählung deren Stromrippel  $R_1$  bei hoher Motordrehzahl  $n$  vergleichsweise zuverlässig.

Nach oder während jeder Motorumdrehung des Gleichstrommotors 3 werden demnach im Rippelzähler  $C_1$  ein einzelner Stromrippel  $R_1$  und im Rippelzähler  $C_2$  während desselben Zeitraums acht Stromrippel  $R_2$  erwartet. Fehlende oder zu viel

gezählte Stromrippel können somit zyklisch korrigiert werden. Dies wiederum stellt eine zuverlässige Positionsbestimmung des von dem Gleichstrommotor 3 angetriebenen Verstellteils, beispielsweise einer Fensterscheibe, des Kraftfahrzeugs sicher.

Zusammenfassend werden gemäß der Erfindung zur Verarbeitung eines Motorsignals  $I_a$ ,  $U_m$  eines Gleichstrommotors 3, insbesondere eines Verstellantriebs eines Kraftfahrzeugs, der Ankerstrom  $I_a$  und die Motorspannung  $U_m$  des Gleichstrommotors 3 erfasst. Anhand der daraus ermittelten Gegeninduktionsspannung  $E$  werden aus dem Ankerstromsignal  $I_a$  ein Filtereingangssignal  $I_f$  sowie insbesondere drehzahlproportionale Steuersignale  $S_n$  unterschiedlicher Rippelfrequenz  $f_n$  für eine der Anzahl von steuerbaren Frequenzfiltern  $F_n$  erzeugt. Miteinander synchronisierte Rippelzähler  $C_n$  ermöglichen in einfacher sowie zuverlässiger Art und Weise die Erkennung und Korrektur von Zählfehlern aufgrund nicht oder zu viel erzeugter Stromrippel  $R_n$ .

**Bezugszeichenliste**

1	Vorrichtung
2	Messeinrichtung
3	Gleichstrommotor
4	Funktionsbaustein
5	Funktionsbaustein
6	Funktionsbaustein
7	Funktionsbaustein
8	Synchronisierungsbaustein
$C_n$	Rippelzähler
$F_n$	Frequenzfilter
$I_m$	Rippelsignal
$I_f$	Filtereingangssignal
$S_m$	Steuersignal
$P_s$	Positionssignal
$R_n$	Rippel

## Ansprüche

1. Verfahren zur Verarbeitung eines Motorsignals eines Gleichstrommotors (3), insbesondere eines Verstellantriebs eines Kraftfahrzeugs,
  - bei dem der Ankerstrom ( $I_a$ ) und die Motorspannung ( $U_m$ ) des Gleichstrommotors (3) erfasst und zur Ermittlung dessen Gegeninduktionsspannung ( $E$ ) herangezogen werden,
  - bei dem anhand der ermittelten Gegeninduktionsspannung ( $E$ ) ein Steuersignal ( $S_f$ ) für ein steuerbares Frequenzfilter ( $F_n$ ) erzeugt wird, und
  - bei dem dem Frequenzfilter ( $F_n$ ) ein aus dem Ankerstrom ( $I_a$ ) und der Motorspannung ( $U_m$ ) abgeleitetes Filtereingangssignal ( $I_f$ ) zugeführt wird,  
dadurch gekennzeichnet,
  - dass eine Anzahl von Steuersignalen ( $S_m$ ) mit unterschiedlichen Rippelfrequenzen ( $f_n$ ) erzeugt und einer entsprechenden Anzahl von Frequenzfiltern ( $F_n$ ) zugeführt werden, und
  - dass die frequenzabhängig erzeugten Stromrippel ( $R_n$ ) separat gezählt und die gezählten Stromrippel ( $R_n$ ) miteinander synchronisiert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die von den Frequenzfiltern ( $F_n$ ) frequenzabhängig erzeugten Rippelsignale ( $I_m$ ) ausgangsseitig jeweils einem Rippelzähler ( $C_n$ ) zugeführt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,

- dass einem ersten steuerbaren Frequenzfilter ( $F_1$ ) ein drehzahlproportionales Steuersignal ( $S_{f1}$ ) mit einer ersten Rippelfrequenz ( $f_1$ ) zugeführt wird, und
  - dass einem zweiten steuerbaren Frequenzfilter ( $F_2$ ) ein Steuersignal ( $S_{f2}$ ) mit einer einem Vielfachen der Motordrehzahl ( $n$ ) entsprechenden zweiten Rippelfrequenz ( $f_n$ ) zugeführt wird.
4. Vorrichtung (1) zur Verarbeitung eines Motorsignals eines Gleichstrommotors (3), insbesondere eines Verstellantriebs eines Kraftfahrzeugs, mit einer Messeinrichtung (2) zur Erfassung des Ankerstroms ( $I_a$ ) und der Motorspannung ( $U_m$ ) des Gleichstrommotors (3), und mit mindestens einem Funktionsbaustein (10) zur Ermittlung eines Steuersignals ( $S_f$ ) aus der Gegeninduktionsspannung ( $E$ ) des Gleichstrommotors (3),  
dadurch gekennzeichnet,
- dass der Messeinrichtung (2) mindestens zwei steuerbare Frequenzfilter ( $F_{1,2}$ ) nachgeschaltet sind, denen eingangsseitig ein aus dem Ankerstrom ( $I_a$ ) und der Motorspannung ( $U_m$ ) abgeleitetes Filtereingangssignal ( $I_f$ ) geführt ist,
  - dass den Frequenzfiltern ( $F_n$ ) steuereingangsseitig aus dem Ankerstrom ( $I_a$ ) und der Motorspannung ( $U_m$ ) abgeleitete Steuersignale ( $S_{fn}$ ) mit unterschiedlichen Rippelfrequenzen ( $f_n$ ) geführt sind.
5. Vorrichtung (1) nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Frequenzfilter ( $F_n$ ) ausgangssseitig an Rippelzähler ( $C_n$ ) geführt sind.
6. Vorrichtung (1) nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Rippelzähler ( $C_n$ ) miteinander synchronisiert sind.
7. Verwendung eines mechanisch kommutierten Gleichstrommotors (3), der durch mechanische, elektrische oder elektromechanische Modifikation einen

Stromrippel ( $R_n$ ) mit mindestens zwei unterschiedlichen Rippelfrequenzen ( $f_n$ ) enthaltenden Ankerstrom ( $I_a$ ) generiert, zur Korrektur von Zählfehlern bei der Ermittlung einer relativen Position eines Verstellelementes eines Kraftfahrzeugs durch Auszählen der Stromrippel ( $R_n$ ), insbesondere nach dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3.

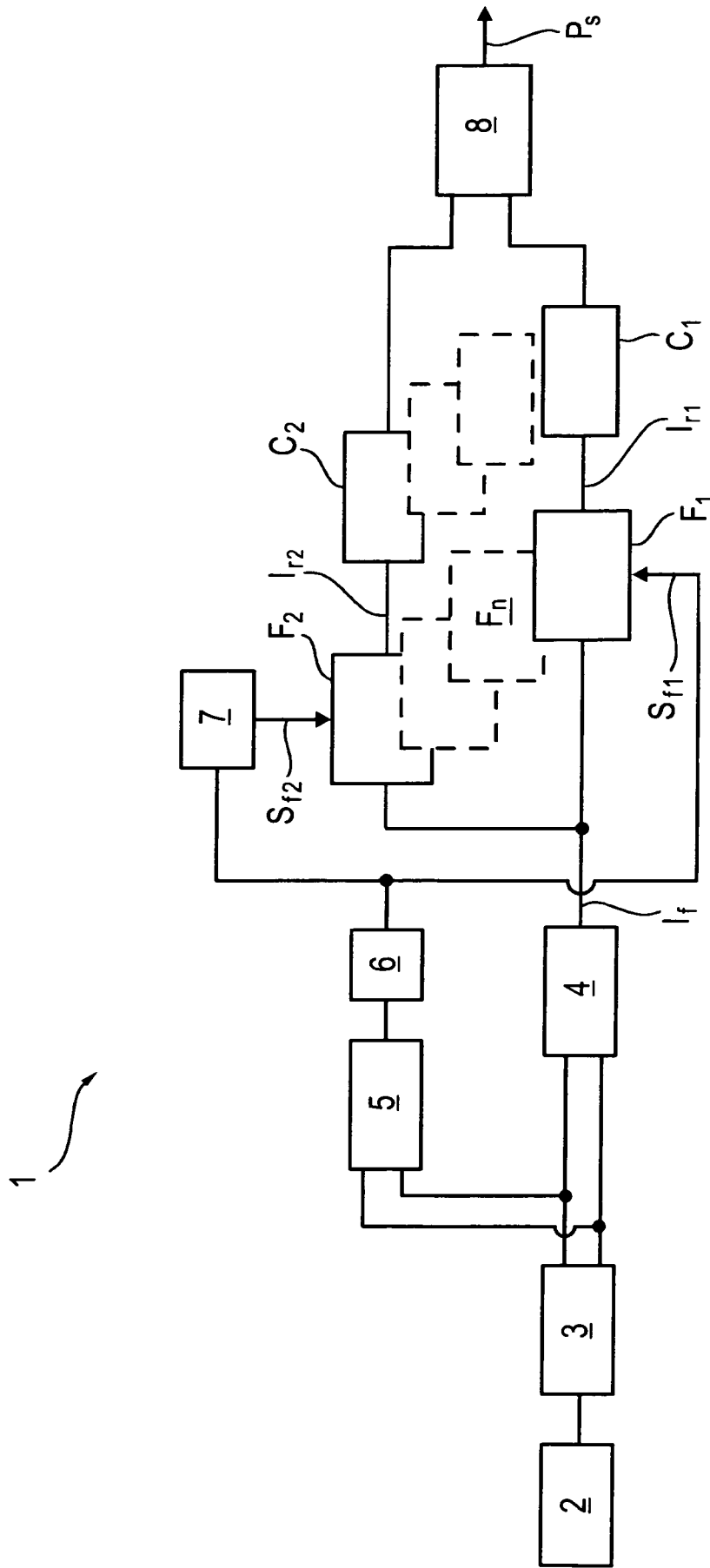


FIG. 1

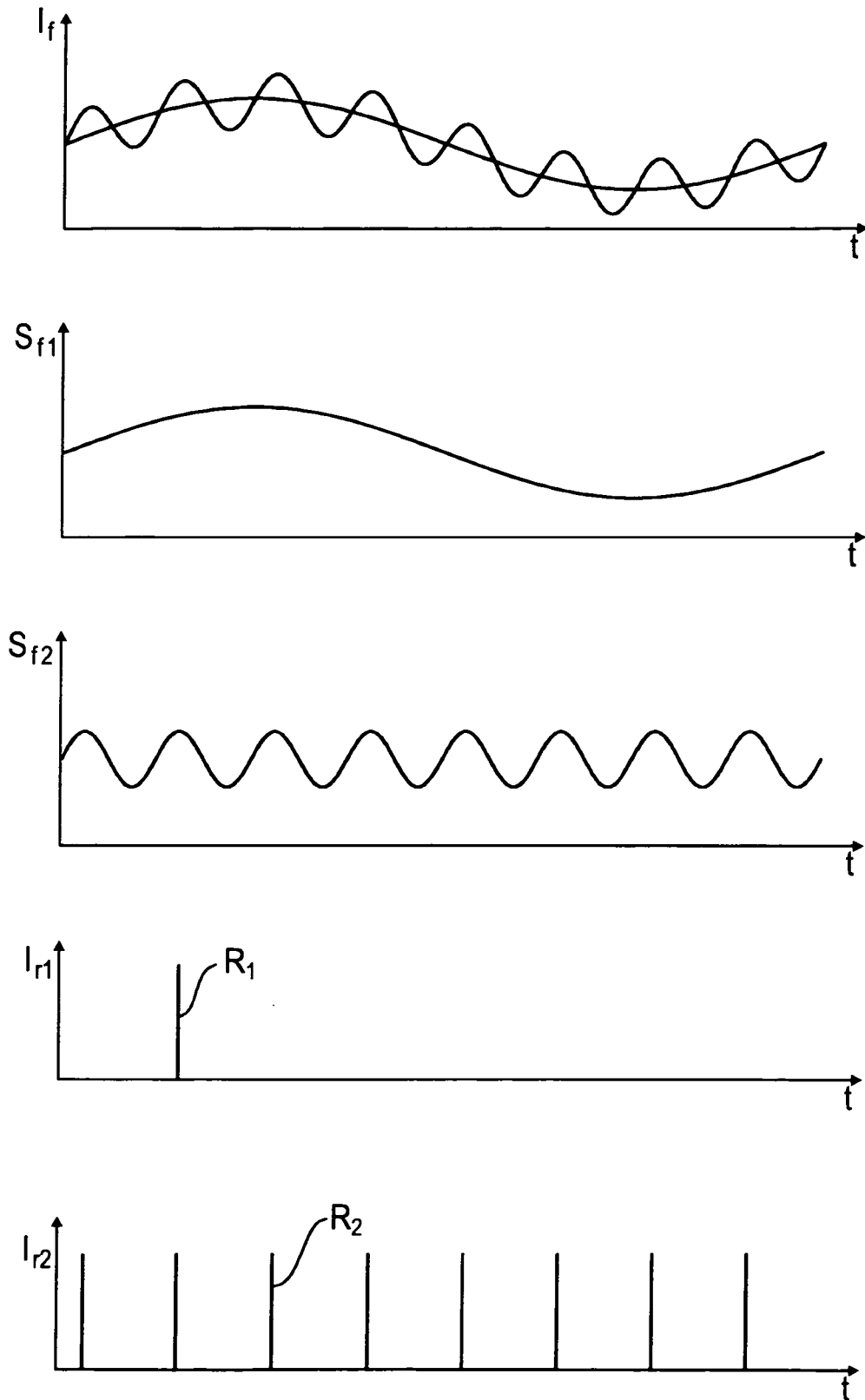


FIG. 2