

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
7. April 2011 (07.04.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/039257 A2

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
H02P 9/30 (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2010/064462
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
29. September 2010 (29.09.2010)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2009 045 265.6
1. Oktober 2009 (01.10.2009) DE
- (71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US):** ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) **Erfinder; und**
- (75) **Erfinder/Anmelder (nur für US):** BAYER, Michael [DE/DE]; Saarstr. 26, 71636 Ludwigsburg (DE). HIRNING, Reiner [DE/DE]; Roemerweg 2, 71735 Eberdingen-Hochdorf (DE).
- (74) **Gemeinsamer Vertreter:** ROBERT BOSCH GMBH; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart):** AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart):** ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD FOR OPERATING A D.C. GENERATOR

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER GLEICHSTROMMASCHINE

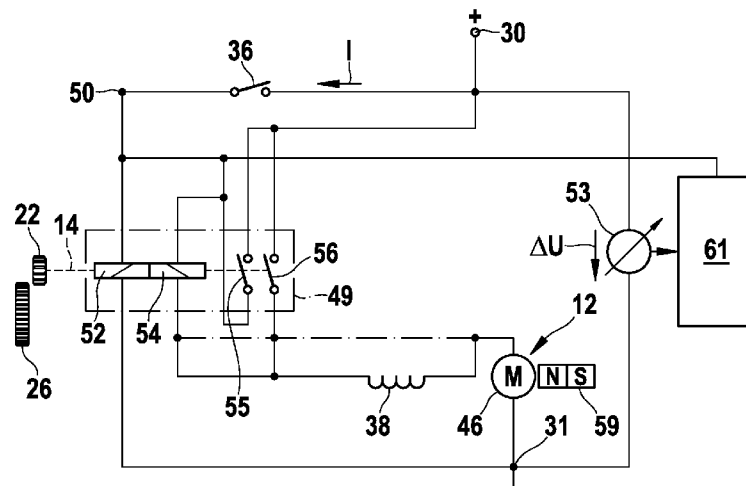


Fig. 6

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for operating a d.c. generator, especially a starter (10) for an internal combustion engine, the armature (46) of the machine being fed by brushes (42) and a commutator (44) from a constant voltage source (30, 31). The patination of the commutation system is monitored by the machine-specific startup current (I) and corrected by changing the operating parameters of the machine. The monitoring of the startup current (I) of the machine is carried out preferably on the basis of the power fade ΔU during the startup in the main current circuit of the machine.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2011/039257 A2



Veröffentlicht:

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Es wird ein Verfahren zum Betreiben einer Gleichstrommaschine, insbesondere eines Starters (10) für eine Brennkraftmaschine vorgeschlagen, wobei der Anker (46) der Maschine über Bürsten (42) und einen Kommutator (44) aus einer Gleichspannungsquelle (30, 31) gespeist wird. Hierbei wird die Patinierung des Kommutierungssystems durch Überwachung des maschinenspezifischen Einschaltstromes (I) überwacht und durch Änderungen der Betriebsparameter der Maschine korrigiert. Die Überwachung des Einschaltstromes (I) der Maschine erfolgt vorzugsweise anhand des beim Einschalten auftretenden Spannungseinbruchs ΔU im Hauptstromkreis der Maschine

5 **Beschreibung**

Titel

Verfahren zum Betreiben einer Gleichstrommaschine

10

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zum Betreiben
einer Gleichstrommaschine nach der Gattung des unabhängigen
15 Anspruchs. Derartige Verfahren sind bekannt, wobei
insbesondere die Zusammensetzung und die Gestaltung der
Bürsten besondere Aufmerksamkeit erfordert, um hinsichtlich
der Lebensdauer des Kommutierungssystems und der
Kommutierungsvorgänge günstige Bedingungen zu schaffen.
20 Hierzu ist beispielsweise in der DE 60 2004 006 086 T2 eine
elektrische Verbundbürste offenbart, welche zur
Stabilisation der Reibungsverhältnisse zwei Schichten mit
unterschiedlichem elektrischem Widerstand und
unterschiedlichen Stoffzusammensetzungen offenbart, wodurch
25 der Einsatz separater Schmierbürsten vermieden werden soll.
Eine derartige Verbundbürste allein kann jedoch nur für
einen bestimmten Betriebsfall einer bestimmten Maschine
optimiert werden.

30 Besonders hohe Anforderungen sind an ein Verfahren zum
Betreiben einer Gleichstrommaschine in der Gestalt eines
Starters für eine Brennkraftmaschine zu stellen, weil diese
zusätzlich zu sehr hohen Strombelastungen am
Kommutierungssystem erschwerten Betriebsbedingungen

- 2 -

ausgesetzt sind, insbesondere hinsichtlich Verschmutzung, Feuchtigkeit und stark schwankender Betriebstemperaturen. Hierbei wird der Betriebsstrom meist auf mehrere Bürstenpaare verteilt, welche über den Kommutator die Ankerwicklung speisen. In der Regel bestehen diese Bürsten aus einem Sinterwerkstoff, welcher hauptsächlich Kupfer- und Graphitanteile aufweist. Zur Erhöhung der Laufzeiten, wie sie beispielsweise im Start-Stopp-Betrieb von Startern für ein Kraftfahrzeug auftreten, sind jedoch zusätzliche Maßnahmen erforderlich, um einerseits eine Schmierung des Kommutierungssystems und andererseits eine Reinigung der Kommutatoroberfläche zu erreichen. Diese, im Folgenden als Patinierung bezeichnete Schicht muss daher zur Erzielung hoher Betriebszeiten der Maschine optimiert werden, was allein durch die Auswahl des Bürstenwerkstoffes nicht oder zumindest nur für bestimmte Betriebsbedingungen möglich ist. Zu hohe Anteile an Putzmitteln in den Bürsten vergrößern den Verschleiß am Kommutator. Zu geringe Putzmittelanteile verbessern zwar die Gleiteigenschaften der Bürsten auf dem Kommutator, nach längerer Laufzeit wird der Belag jedoch zu dick und damit der Übergangswiderstand von den Bürsten zum Kommutator zu hoch, was sich durch eine Leistungsabnahme und auch durch eine Schädigung des Kommutierungssystems durch Temperaturerhöhungen aufgrund des höheren Übergangswiderstandes und durch Strombündelungen im Übergangsbereich mit einem nachteiligen Effekt auf die Lebensdauer der Maschine auswirkt.

Offenbarung der Erfindung

30

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben einer Gleichstrommaschine, insbesondere eines Starters für eine Brennkraftmaschine, hat den Vorteil, dass maschinenspezifische Betriebsbedingungen ohne Änderungen an

den Bürsten ausgeglichen werden können. Zur Erhöhung der Standzeiten des Kommutierungssystems durch Einflussnahme auf die Patinierung des Kommutators wird dabei insbesondere der mit der Patinierung veränderliche Spannungseinbruch an der Gleichspannungsquelle beim Einschalten des Starters genutzt,
5 welcher einen klaren Rückschluss auf die Stärke der Patinierung der Oberfläche des Kommutators zulässt. Durch eine geeignete Überwachung des maschinenspezifischen Einschaltstromes, beziehungsweise des durch die Patinierung bedingten geringeren Spannungseinbruchs beim Einschalten der
10 Maschine, ist es dann möglich, mittels einer Änderung der Betriebsparameter der Maschine auf die Patinierung des Kommutierungssystems gezielt einzuwirken.

15 Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Überwachung des Einschaltstromes der Maschine anhand des beim Einschalten auftretenden Spannungseinbruchs im Hauptstromkreis der Maschine, vorzugsweise des Spannungseinbruchs an der Gleichspannungsquelle, erfolgt. Dieser Spannungseinbruch ist
20 leicht zu erfassen und lässt eine hinreichend genaue Aussage über den Patinierungszustand des Kommutators zu, da andere Einflüsse auf diesen Spannungseinbruch, wie etwa Veränderungen des Zuleitungswiderstandes oder des Widerstandes des Starters und Veränderungen an der
25 speisenden Spannungsquelle durch vorzugsweise permanente Erfassung und Bewertung ausgeblendet werden können. Insbesondere die Spannungslage vor und nach dem Start muss bei den Korrekturmaßnahmen berücksichtigt werden.

30 Als zweckmäßig hat es sich erwiesen, wenn die Korrektur der Patinierung des Kommutators sowohl bei zu starker wie auch bei zu schwacher Patinierung in Betriebszyklen erfolgt, welche vom Normalbetrieb getrennt sind. Hierbei haben sich zur Reduzierung einer zu starken Patinierung des

- 4 -

Kommutierungssystem eines Starters für eine Brennkraftmaschine insbesondere Reinigungszyklen mit erhöhter Drehzahl bewährt. Diese lassen sich bei einem zweistufigen Einspurvorgang des Starters ohne Schwierigkeit
5 in einem vom Einspuren getrennten Zyklus mit hoher Drehzahl, insbesondere mit Leerlaufdrehzahl, durchführen. Hierbei wird vorzugsweise ein Leerlaufzyklus mit einer Dauer von 2 bis 5 Sekunden durchfahren, welcher dem Starter nicht schadet und bei Bedarf in einem oder mehreren nachfolgenden
10 Startvorgängen wiederholt werden kann. Ein entsprechender Reinigungszyklus kann auch bei einem einstufig eingeschalteten Starter ohne Entkopplung des Einspurvorgangs vom Andrehvorgang realisiert werden, indem die Abwurfdrehzahl des Starters erhöht wird, vorzugsweise
15 ebenfalls bis auf eine etwa der Leerlaufdrehzahl der Maschine entsprechende Drehzahl. Auch diese Drehzahlerhöhung kann einmalig oder bei Bedarf mehrmalig durchgeführt werden, bis die gewünschte Reduzierung der Beschichtung erreicht ist.

20 Unter Betriebsbedingungen, bei denen die am Kommutator entstehende Patinierung für eine ausreichende Schmierung zu gering ist, kann eine erhöhte Patinierung durch einen oder mehrere kurzzeitige Bestromungszyklen mit hohem Strom und
25 niedriger Drehzahl erreicht werden. Bezogen wiederum auf einen Starter für eine Brennkraftmaschine ist diese Art der Verstärkung der Beschichtung zumindest bei einem zweistufig einspurenden Starter ohne Schwierigkeit möglich, da die Drehzahl, die Stromhöhe und deren Dauer getrennt vom
30 Einspuren gesteuert werden können. Bei einem einstufig einspurenden Starter könnte dazu der Startvorgang nach kurzer, hoher Bestromung abgebrochen und wiederholt werden, hierbei entstehen jedoch unerwünschte Geräusche und der Verschleiß insbesondere des Einspursystems wird erhöht.

Durch die Möglichkeit der Einflussnahme auf die Stärke der Patinierung des Kommutierungssystems einer Gleichstrommaschine wird es weiterhin ermöglicht, die Stoffzusammensetzung der Bürsten derart zu wählen, dass
5 schon bald nach Inbetriebnahme der Maschine eine ausreichende Schmierung des Kommutierungssystems erfolgt. Hierzu kann die Zusammensetzung der verschiedenen Bürstenmaterialien im Sinne einer stärkeren Grundschmierung des Kommutierungssystems erhöht werden, welche dann nach
10 Erreichen der ausreichenden Patinierung im Betrieb der Maschine durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen auf einem vorgebbaren, optimalen Wert gehalten wird.

Weitere Einzelheiten und vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich aus den
15 Unteransprüchen und der Beschreibung der Ausführungsbeispiele, welche in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert sind.

20 Es zeigen

- Figur 1 eine Prinzipdarstellung eines Schub-Schraub-Starters mit einer Reihenschluss-Erregerwicklung,
- 25 Figur 2 eine schematische Kennliniendarstellung eines Gleichstrommotors mit einer Reihenschlusserregerwicklung, beziehungsweise mit einer permanentmagnetischen Erregung,
- 30 Figur 3 den Verlauf der Drehzahl und des Stromes eines Startermotors beim Starten einer Brennkraftmaschine,
- Figur 4 eine schematisierte Darstellung des

- 6 -

Hauptstromkreises einer Gleichstrommaschine,

Figur 5 ein Schaltschema eines einstufig bestrombaren Starters für eine Brennkraftmaschine und

5

Figur 6 ein Schaltschema eines zweistufig bestrombaren Starters für eine Brennkraftmaschine.

10 Ausführungsformen der Erfindung

Figur 1 zeigt schematisiert den mechanischen Aufbau einer Gleichstrommaschine in der Ausführung als Schub-Schraubtrieb-Starter für eine Brennkraftmaschine. Der Starter 10 besitzt einen Startermotor 12, dessen Abtriebswelle 14 ein Steilgewinde 16 aufweist, welches mit einem entsprechenden Muttergewinde in einem Mitnehmerschaft 18 zusammenwirkt. Alternativ wird die Abtriebswelle 14 über ein nicht dargestelltes, zwischengeschaltetes Planetengetriebe angetrieben. Der Mitnehmerschaft 18 ist mit dem Außenring eines Freilauftrings 20 fest verbunden, dessen Innenring ein Ritzel 22 trägt. Das Ritzel 22 und der Freilauf 20 sind auf der Abtriebswelle 14 bis zu einem Anschlag 24 axial verschiebbar gelagert. Das Ritzel 22 wird dabei in einen Zahnkranz 26 einer nicht dargestellten Brennkraftmaschine eingespurt. Die Axialverschiebung erfolgt mit Hilfe einer in den Figuren 5 und 6 detailliert dargestellten Relaisanordnung 28, welche über einen Umlenkhebel 30 und eine Einspurfeder 32 am Freilauf 20 angreift. Als Spannungsquelle 34 der Anordnung dient eine Batterie, welche mit ihrem Minuspol 31 an Masse liegt und mit ihrem Pluspol 30 einerseits direkt und andererseits über einen Zündstandscharter 36 mit der Relaisanordnung 28 verbunden ist. Über die Relaisanordnung wird eine

- 7 -

Reihenschlusswicklung 38 gespeist, welche über Bürsten 40 und 42 sowie über den Kollektor 44 des Motors mit Masse verbunden ist. Anstelle der Reihenschlusswicklung kann die Maschine in bekannter Weise auch eine permanentmagnetische Erregung aufweisen. Der vorzugsweise sechspolig ausgeführte Anker des Startermotors 12 ist mit 46, sein Stator mit 48 bezeichnet.

Figur 2 zeigt die Kennlinien eines erfindungsgemäß betriebenen Gleichstrommotors, wobei die Drehzahl und das Drehmoment der Maschine in durchgezogenen Linien für einen Reihenschlussmotor und in gestrichelten Linien für einen permanentmagnetisch erregten Motor schematisch dargestellt sind. Die Abbildung zeigt, dass für den beispielhaft dargestellten Motor der Kurzschlussstrom I bei der Drehzahl $n = 0$ circa 800 A erreicht. Während die Drehzahl des permanentmagnetisch erregten Motors nun linear ansteigt erfolgt der Drehzahlanstieg bei der Reihenschlussmaschine hyperbelartig bis zu einer deutlich über der Drehzahl des permanentmagnetisch erregten Motors liegenden Leerlaufdrehzahl bei einem Strom von circa 100 bis 200 A. Entsprechend dem Drehmomentverlauf einer Nebenschlussmaschine steigt das Drehmoment M der permanentmagnetisch erregten Maschine etwa linear mit dem Strom I an, während das Drehmoment der Reihenschlussmaschine überproportional mit dem Motorstrom I zunimmt. Die Spannung an dem beispielhaft dargestellten PKW-Startermotor ist mit U_s bezeichnet. Aus der Darstellung ist ersichtlich, dass sie mit ansteigender Drehzahl bei abnehmendem Motorstrom ansteigt, und zwar bei dem betrachteten, aus einem 12 V-Bordnetz gespeisten Startermotor von circa 6 V beim Einschalten auf circa 11 V im Leerlauf des Motors.

Sobald sich nun auf der Oberfläche des Kommutators eine Patinierung ausbildet, welche bei gebräuchlichen Bürsten überwiegend aus nicht oder sehr schlecht leitendem Kupferoxyd (Cu_2O) besteht, wandert der Fußpunkt F des

5 Motorstromes I nach links zu niedrigeren Stromwerten hin, welche um etwa 10% unter dem Stromwert bei nicht patiniertem Kommutator liegen. Hierbei nimmt die Leistung p sowie das von dem Motor abgegebene Moment M ab. Gleichzeitig wird der Spannungseinbruch an der speisenden Gleichspannungsquelle

10 geringer und kann als Maß für die Patinierung des Kommutators in der erfindungsgemäßen Weise benutzt werden. Die Betriebsparameter der Maschine können dann zur Reduzierung, bei Bedarf aber auch zu einer Erhöhung der Patinierung des Kommutators verändert werden.

15

Figur 3 veranschaulicht den Verlauf der Drehzahl und des Stromes eines Startermotors für ein Kraftfahrzeug als bevorzugtes Anwendungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens. Die Abbildung zeigt nochmals, dass der

20 Kurzschlussstrom aus dem Stillstand des Motors heraus sehr schnell und steil ansteigt bis auf einen Wert von nahezu 800 A und anschließend innerhalb einer Zeit von 1,4 s bis 1,6 s auf seinen Leerlaufwert absinkt, wobei die zu erkennenden Schwingungen durch die unterschiedlichen Belastungen des

25 Startermotors aufgrund der Kompressionen des angetriebenen Verbrennungsmotors bedingt sind. Die Drehzahl n nimmt mit entsprechenden Schwankungen zunächst langsam zu bis der Verbrennungsmotor nach cirka 1 s startet, wodurch der Startermotor entlastet wird und die Drehzahl steil ansteigt.

30

Dem Startvorgang des Verbrennungsmotors entspricht im Normalbetrieb eine Drehzahl n_1 des Starters im Bereich von cirka 700 U/min, welche beim dargestellten Ausführungsbeispiel zur Zeit t_1 erreicht wird. Zur

Reduzierung einer Patinierung auf der Oberfläche des Kommutators des Startermotors kann diese Drehzahl nun erhöht werden, wobei wahlweise die Abwurfdrehzahl oder die Einschaltdauer des Starters vergrößert werden. Durch gestrichelte Linien ist dargestellt, dass die Abwurfdrehzahl (n_1, n_2) des Starters beispielsweise von 700 auf 1000 U/min erhöht, beziehungsweise nach Erreichen der normalen Abwurfdrehzahl noch eine Zeit von ca. 0,1 bis 0,2 s gewartet wird, bevor der Starter abgeworfen wird, um die Reduzierung der Patinierung zu erreichen. Dabei kann wahlweise die Drehzahl n selbst überwacht und begrenzt werden oder alternativ die Einschaltdauer nach Erreichen der Abwurfdrehzahl des Starters auf eine Zeit t_2 gesetzt werden. Als Abwurfdrehzahl bezeichnet man hierbei diejenige Drehzahl, bei der nach dem Loslassen des Zündschlüssels und dem Öffnen des Kontaktes 36 der Relaisstromkreis unterbrochen und das Ritzel 22 durch die Einspurfeder 32 und das Steilgewinde 16 aus dem Zahnkranz 26 ausgerückt wird.

Figur 4 zeigt den Hauptstromkreis einer Gleichstrommaschine. Es bezeichnen R_i den Innenwiderstand der speisenden Gleichstromquelle, R_{Zul} den Zuleitungswiderstand, R_s den Widerstand des (Starter-)Motors, I den Motorstrom, U_L die Leerlaufspannung der Batterie, U_K die Klemmenspannung der Batterie, U_s die Spannung am Startermotor, $U_{Bü}$ den Bürstenspannungsabfall und U_{ind} die induzierte Spannung der Ankerwicklung. Grundsätzlich kann zur Überwachung des Einschaltstromes der Maschine jede der angegebenen Spannungen überwacht werden. Am leichtesten erfassbar ist jedoch die Klemmenspannung U_K der Batterie, welche in sehr einfacher Weise zwischen deren Anschlüssen 30 und 31 der Spannungsquelle abgegriffen werden kann. Hierbei ist es wesentlich, dass die Bewertung des Einschaltstromes I jeweils unter Berücksichtigung der Ausgangslage im

- 10 -

Hauptstromkreis der Maschine erfolgt, insbesondere unter Berücksichtigung der Spannungslage an der Gleichspannungsquelle vor und nach dem Start. Außerdem muss bei der Messung die Temperatur der Maschine und/oder der Spannungquelle berücksichtigt werden, da beide Einflüsse ebenfalls die Höhe des vom Motorstrom erzeugten Spannungsabfalls beeinflussen.

Figur 5 zeigt ein Schaltschema eines einstufig bestromten Starters. Hierbei ist der Pluspol 30 der Spannungsquelle einerseits über den Zündstartschalter 36 sowie einen Anschluss 50 und andererseits direkt mit einem Einrückrelais 49 verbunden. Dieses enthält eine Haltewicklung 52 und eine Einzugswicklung 54 welche den gleichen Wickelsinn aufweisen, auf den gleichen Kern gewickelt sind und beide, bei Bedarf über ein Vorsteuerrelais, mit einem Wicklungsende mit dem Anschluss 50 verbunden sind. Das andere Wicklungsende der Haltewicklung 52 liegt am Minuspol 31 und an Masse, das entsprechende andere Wickelende der Haltewicklung 54 ist über die Reihenschlusswicklung 38, beziehungsweise bei permanentmagnetischer Erregung direkt über den Anker 46 des Startermotors 12 mit dem Minuspol 31 und mit Masse verbunden. Gemeinsam betätigen die Haltewicklung und die Einzugswicklung einen Arbeitskontakt 56 des Einrückrelais 49, über den der Startermotor 12 direkt mit dem Pluspol 30 verbunden wird, sobald der Relaisanker ganz oder nahezu ganz eingezogen und das Ritzel 22 in den Zahnkranz 26 eingespurt ist.

Die Haltewicklung 52 und die Einzugswicklung 54 übernehmen bei dieser bekannten Anordnung gemeinsam die Arbeit des Einspurens des Ritzels 22 in den Zahnkranz 26 an der Brennkraftmaschine und gleichzeitig die Funktion des Schaltens des Hauptstromes für den Startermotor 12. Hierbei

besteht der Einspurweg aus dem Schubweg und dem Schraubweg, welche nicht voneinander getrennt werden können. Beim Schubweg schiebt der Relaisanker des Einrückrelais 49 das Ritzel 22 über den Einrückhebel in Richtung Zahnkranz 26.
5 Der Schraubweg wird durch das Steilgewinde 16 erzeugt.

Beim Abwerfen des Starters werden die Relaiswicklungen abgeschaltet und gleichzeitig drückt die in Figur 5 nicht dargestellte Einspurfeder 32 den Relaisanker und über den
10 Umlenkhebel 29 das Ritzel 22 in die Ruhelage zurück. Hierbei unterstützt das Steilgewinde 16 das Ausspuren des Ritzels, da beim Überholen des Verbrennungsmotors das durch die Reibung im Freilauf entstehende Überholmoment mit dem Steilgewinde eine Axialkraft erzeugt, die das Ritzel 22 aus
15 dem Zahnkranz 26 ausspurt.

Diese grundsätzlich bekannte Anordnung wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren durch eine Messeinrichtung 53 erweitert, welche die Spannung zwischen dem Pluspol 30 und
20 dem Minuspol 31 der speisenden Spannungsquelle überwacht. Die bei einer Verringerung des Kurzschlussstromes durch eine Patinierung des Kommutators 44 bedingte Spannungsabnahme ΔU wird an eine Steuereinheit 61 weiterleitet, welche die Größe der Spannungsabnahme überwacht und bei Überschreiten einer
25 der Abnahme des Einschaltstromes entsprechenden Schwelle ein Steuersignal zur Verzögerung des Starterabwurfs erst nach Erreichen einer erhöhten Drehzahl n_2 des Startermotors abgibt. Die Messeinrichtung 53 erkennt so eine unzulässig hohe Patinierung des Kommutierungssystems und bewirkt über
30 die Steuereinheit 61 eine vom Normalbetrieb der Maschine abweichende, erhöhte Abwurfdrehzahl n_2 . Dieser Vorgang kann bei Bedarf wiederholt werden, um die Reduzierung der Patinierung bis zum Erreichen des gewünschten Abtrages fortzusetzen. Die Steuerung des Abwurfs kann dabei, wie

- 12 -

bereits anhand der Figur 3 erläutert, entweder drehzahlabhängig oder zeitabhängig gesteuert und begrenzt werden, wobei die Abwurfdrehzahl etwa auf die Höhe der Leerlaufdrehzahl des Startermotors begrenzt wird. An den
5 Bürsten müssen hierbei keine Veränderungen vorgenommen werden, da praktisch bei allen Bürstenausführungen deren normale Oberflächenrauheit bei Erhöhung der Abwurfdrehzahl zum Abtragen der Patinierung ausreicht.

10 Die Schaltungsanordnung gemäß Figur 6 entspricht weitgehend derjenigen in Figur 5, jedoch weist hierbei das Einrückrelais 49 einen zusätzlichen Ruhekontakt 55 auf, mit dessen Hilfe das Einspuren des Ritzels 22 in den Zahnkranz 26 einer Brennkraftmaschine zweistufig erfolgt. Hierbei
15 fließt nach dem Schließen des Zündstartschalters 36 zunächst ein reduzierter Strom über die Einzugswicklung 54 des Einrückrelais 49, bei einem Reihenschlussmotor über die Reihenschlusswicklung 38, bei einem permanentmagnetisch erregten Motor direkt über den Anker 46 zum Minuspol 31 der
20 Gleichspannungsquelle. Die magnetische Kraft des Einrückrelais 49 bewegt das Ritzel 22 des Starters gegen den Zahnkranz 26 und bringt es bei gleichzeitig anlaufendem Anker 46 mit dem Zahnkranz schonend in Eingriff. Den vollen Erreger- und Ankerstrom schaltet das Einrückrelais 49 erst
25 in der zweiten Schaltstufe unmittelbar vor dem Ende des Ritzel-Einspurweges über den Arbeitskontakt 56 ein.

Eine zu starke Patinierung des Kommutierungssystems kann bei einem derartigen, mehrstufig einschaltbaren Starter durch
30 die Entkopplung des Einspurvorgangs vom Andrehvorgang in einem Reinigungszyklus im Leerlauf durchgeführt werden. Zur Schonung des Kommutierungssystems wird der Reinigungszyklus auf eine Dauer von 2 bis 5 s begrenzt. Bei Bedarf kann der

Reinigungszyklus bei nachfolgenden Startvorgängen wiederholt werden.

Zur Trennung des Startvorganges des Motors 12 vom
5 Einspurvorgang des Ritzels 22 in den Zahnkranz 26 wird ein
entsprechender Steuerbefehl von der Steuereinheit 61 an das
Einrückrelais 49 ausgegeben, welcher in der Darstellung
gemäß Figur 6 analog zu der Darstellung in Figur 5 durch
eine Verbindungsleitung von der Steuereinheit 61 zum
10 Einrückrelais 49 nur schematisch dargestellt ist. Dieser
Steuerbefehl ergeht, wiederum analog zu der Ausführung in
Figur 5, sobald die Messeinrichtung 53 einen zu geringen
Spannungseinbruch ΔU zwischen den Polen 30 und 31 der
Gleichspannungsquelle detektiert und die Steuereinheit 61
15 aktiviert.

In ähnlicher Weise kann bei einer zweistufigen Ausführung
der Einspurvorrichtung eines Startermotors 12 und einer
Entkopplung des Motoranlaufs vom Einspurvorgang eine zu
20 schwache Patinierung und Schmierung des Kommutierungssystems
durch wenigstens einen kurzzeitigen Bestromungszyklus mit
hoher Strombelastung und niedriger Drehzahl korrigiert
werden. Vorzugsweise wird eine derartige hohe Strombelastung
im Bereich des Kurzschlussstromes auf eine Dauer von circa
25 50 ms begrenzt. Reicht die Erhöhung der Patinierung des
Kommutators 44 nach einem Bestromungszyklus nicht aus, so
kann auch dieser Vorgang bei nachfolgenden Startvorgängen
wiederholt werden. Eine derartige Erhöhung der Patinierung
und Schmierung des Kommutierungssystems ist insbesondere bei
30 Applikationen vorteilhaft, die mit den verwendeten
Kohlebürsten 42 unter einem starken Kommutatorverschleiß
wegen zu geringer Patinierung leiden. Auf diese Weise können
härtere Bürsten mit längeren Standzeiten in dem
Kommutierungssystem eingesetzt werden, da die

Grundschnierung des Kommutierungssystems der Maschine durch eine stärkere Patinierung bei Bedarf korrigierbar ist. Bei dieser Art der Bestromung nimmt der Motor 12 keine hohe Drehzahl auf, die Strombelastung ist jedoch hoch

5 entsprechend dem hohen Strom beim Losdrehen des Motors. Diese Vorgang kann wahlweise pulsartig nacheinander oder bei folgenden Startvorgängen so lange wiederholt werden, bis sich eine ausreichende Patinierung des Kommutators gebildet

10 hat, wobei die Stärke der Patinierung wiederum durch die Größe des Spannungseinbruchs ΔU beim Einschalten des Stromes I von der Messeinrichtung 53 an den Polen der Gleichspannungsquelle erfasst wird.

5 Ansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Gleichstrommaschine, insbesondere eines Starters (10) für eine Brennkraftmaschine, mit einem über Bürsten (42) und einen Kommutator (44) aus einer Gleichspannungsquelle (31,32;34) gespeisten Anker (46), dadurch gekennzeichnet, dass eine Patinierung des Kommutators (46) durch Überwachung des maschinenspezifischen Einschaltstromes (I) ermittelt und durch Änderung der Betriebsparameter der Maschine korrigiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Überwachung des Einschaltstromes (I) der Maschine anhand des beim Einschalten auftretenden Spannungseinbruchs (ΔU) im Hauptstromkreis der Maschine erfolgt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Überwachung des Einschaltstromes (I) der Maschine anhand des Spannungseinbruchs (ΔU) an der Gleichspannungsquelle (31,32;34) erfolgt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewertung des Einschaltstromes (I) unter Berücksichtigung der Ausgangslage im Hauptstromkreis der Maschine erfolgt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Bewertung des Einschaltstromes (I) unter

- 16 -

Berücksichtigung der Spannungslage der Gleichspannungsquelle (31,32;34) vor und nach dem Start erfolgt.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet,
5 dass die Bewertung des Einschaltstromes (I) unter Berücksichtigung der Temperatur der Maschine und/oder der Spannungsquelle (31,32;34) erfolgt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
10 dadurch gekennzeichnet, dass eine zu starke oder zu schwache Patinierung des Kommutierungssystems (44) in vom Normalbetrieb der Maschine getrennten Betriebszyklen korrigiert wird.

15 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine zu starke Patinierung des Kommutierungssystems (44) in Reinigungszyklen mit erhöhter Drehzahl (n) der Maschine reduziert wird.

20 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine zu starke Patinierung des Kommutierungssystems (44) eines mehrstufig einschaltbaren Starters (10) mit Entkopplung des Einspurvorgangs vom Andrehvorgang durch einen Reinigungszyklus im Leerlauf
25 erfolgt.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Leerlaufzyklus 2 bis 5 Sekunden dauert und bei Bedarf, vorzugsweise beim nächsten Startvorgang, wiederholt wird.

30 11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine zu starke Patinierung des Kommutierungssystems (44) eines einstufig einschaltbaren Starters (10) ohne Entkoppelungsmöglichkeit des

- 17 -

Einspurvorgangs vom Andrehvorgang durch eine Erhöhung der Abwurfdrehzahl (n_2) des Starters von der Brennkraftmaschine reduziert wird.

- 5 12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass eine zu starke Patinierung des Kommutierungssystems (44) durch eine mehrmalige Erhöhung der Abwurfdrehzahl (n_2) während einer vorgebbaren Anzahl von Startvorgängen reduziert wird.
- 10 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die erhöhte Abwurfdrehzahl (n_2) etwa der Leerlaufdrehzahl des Startermotors (12) entspricht.
- 15 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine zu schwache Patinierung und Schmierung des Kommutierungssystems (44) durch wenigstens einen kurzzeitigen Bestromungszyklus mit hoher Strombelastung und niedriger Drehzahl korrigiert wird.
- 20 15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass für die Kommutierung Bürsten (42) mit größerer Härte und längerer Standzeit verwendet und eine stärkere Grundschnierung des Kommutators (44) durch eine stärkere, 25 korrigierbare Patinierung erzeugt wird.

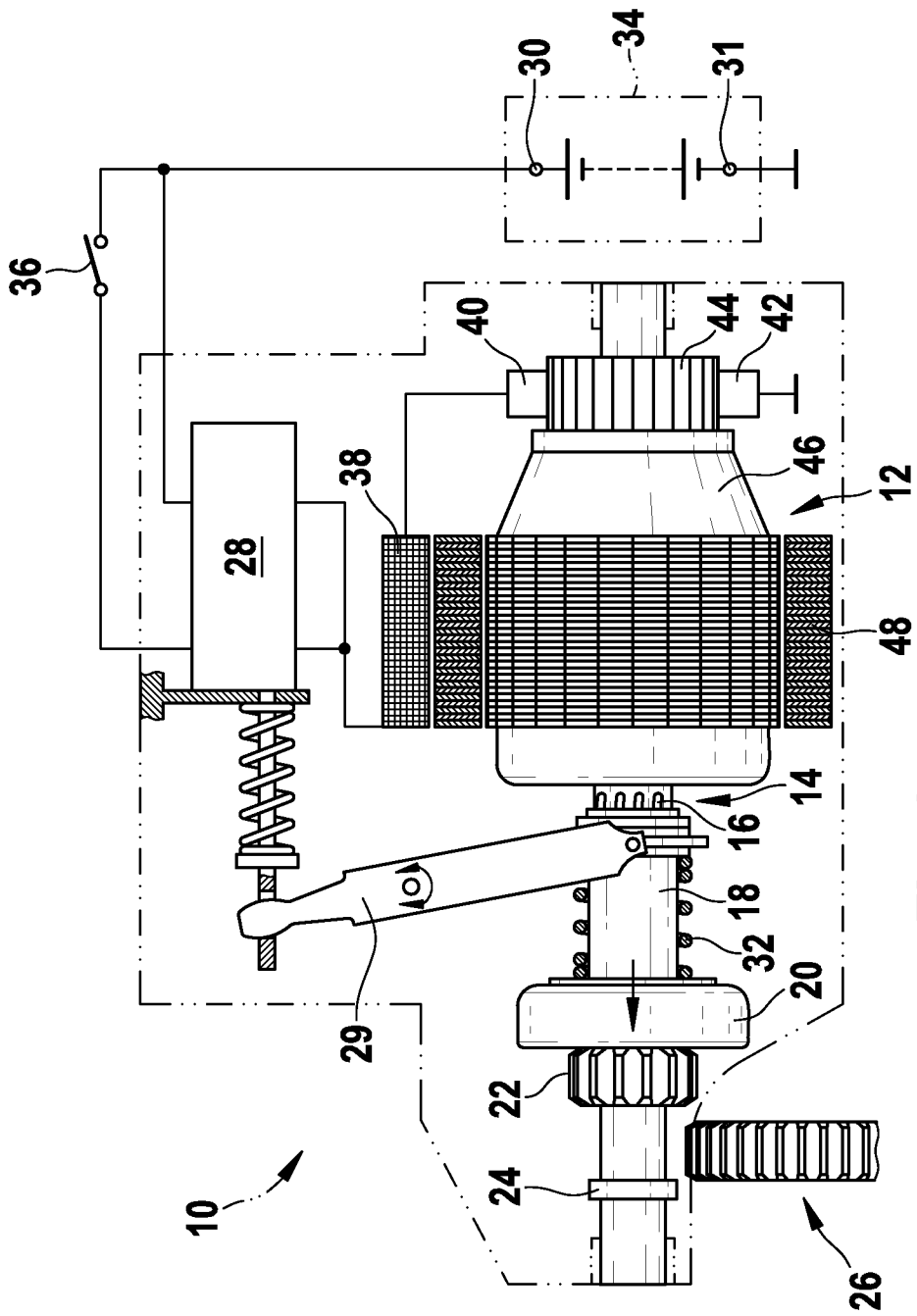


Fig. 1

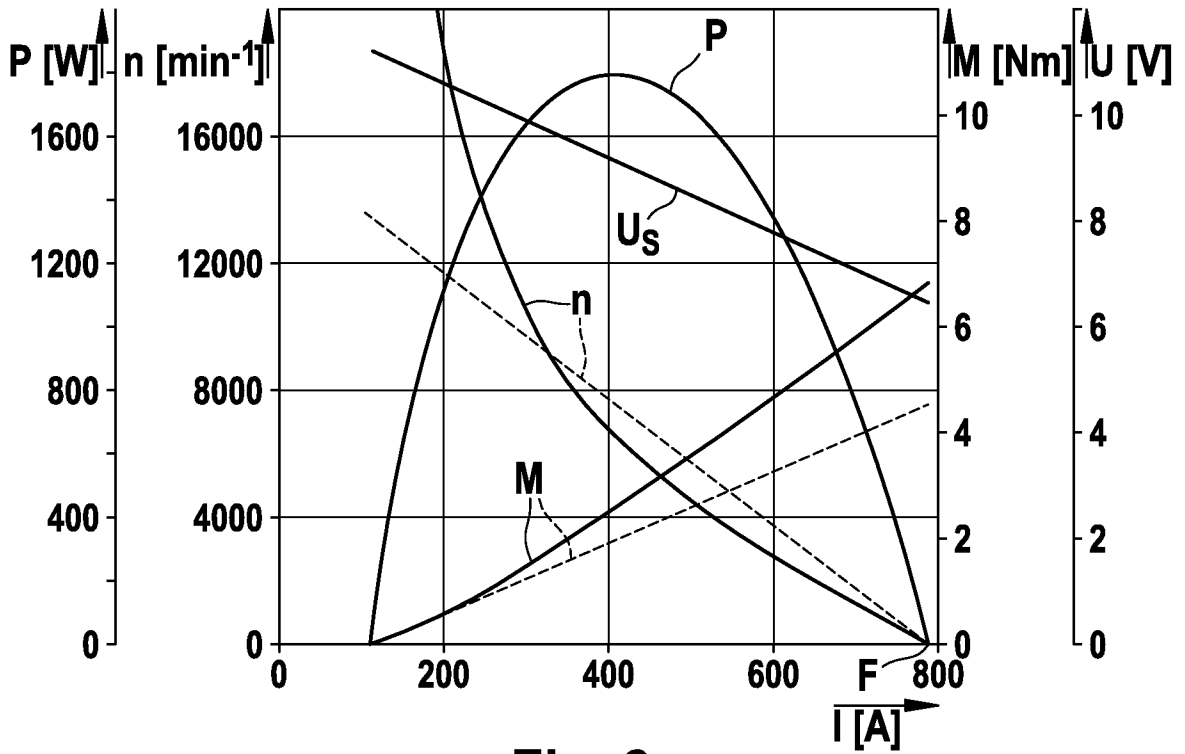


Fig. 2

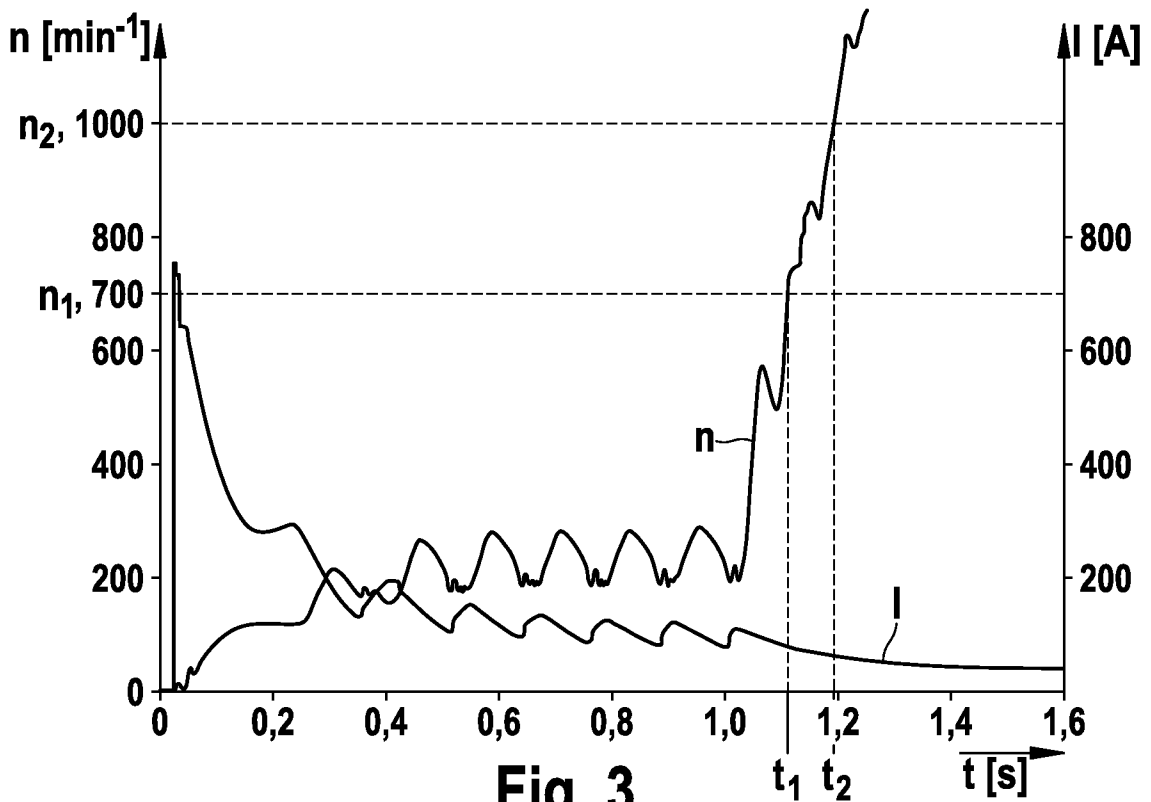
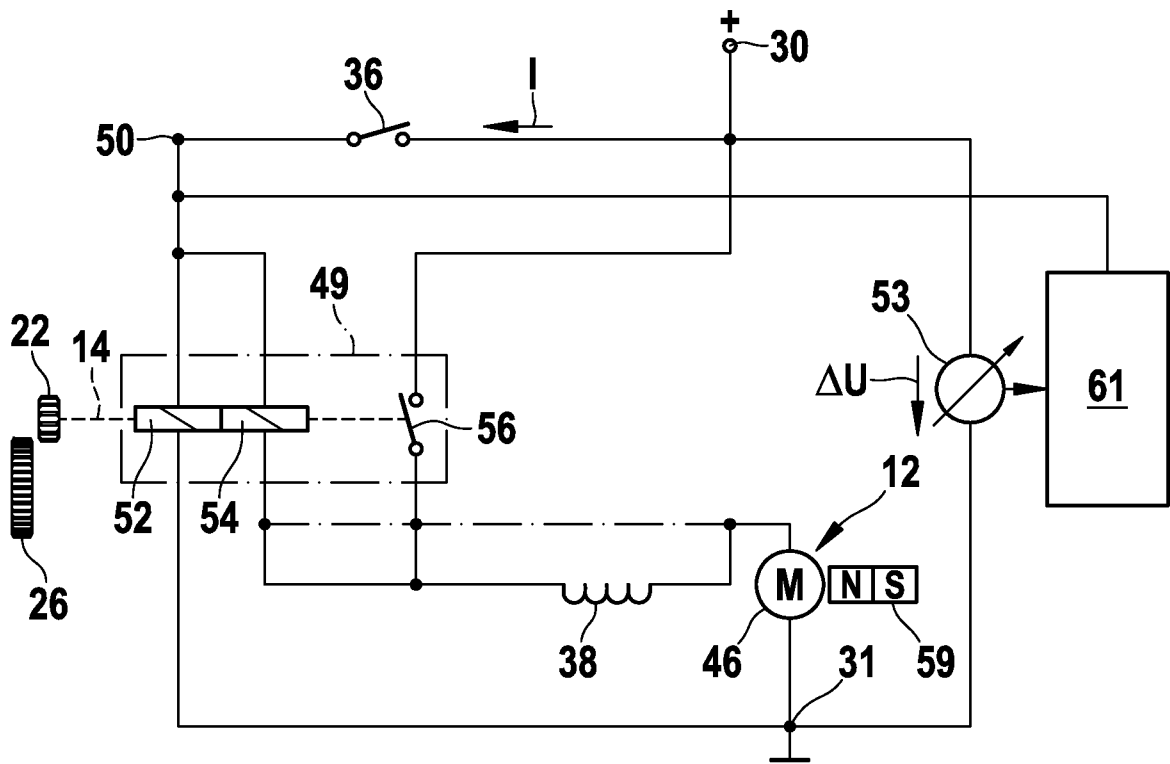
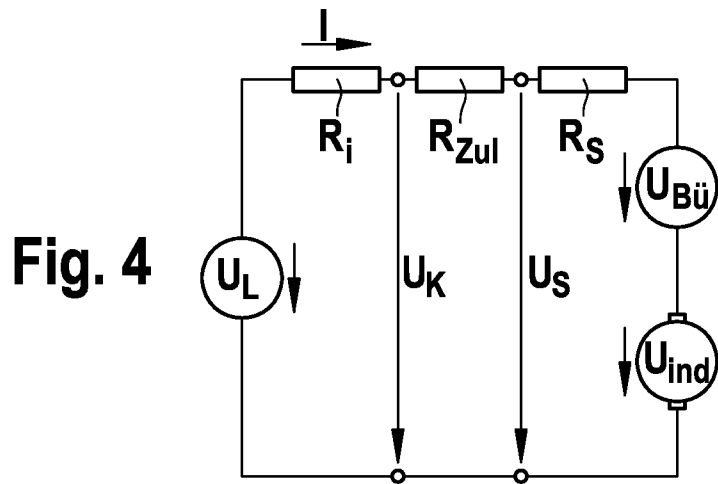


Fig. 3



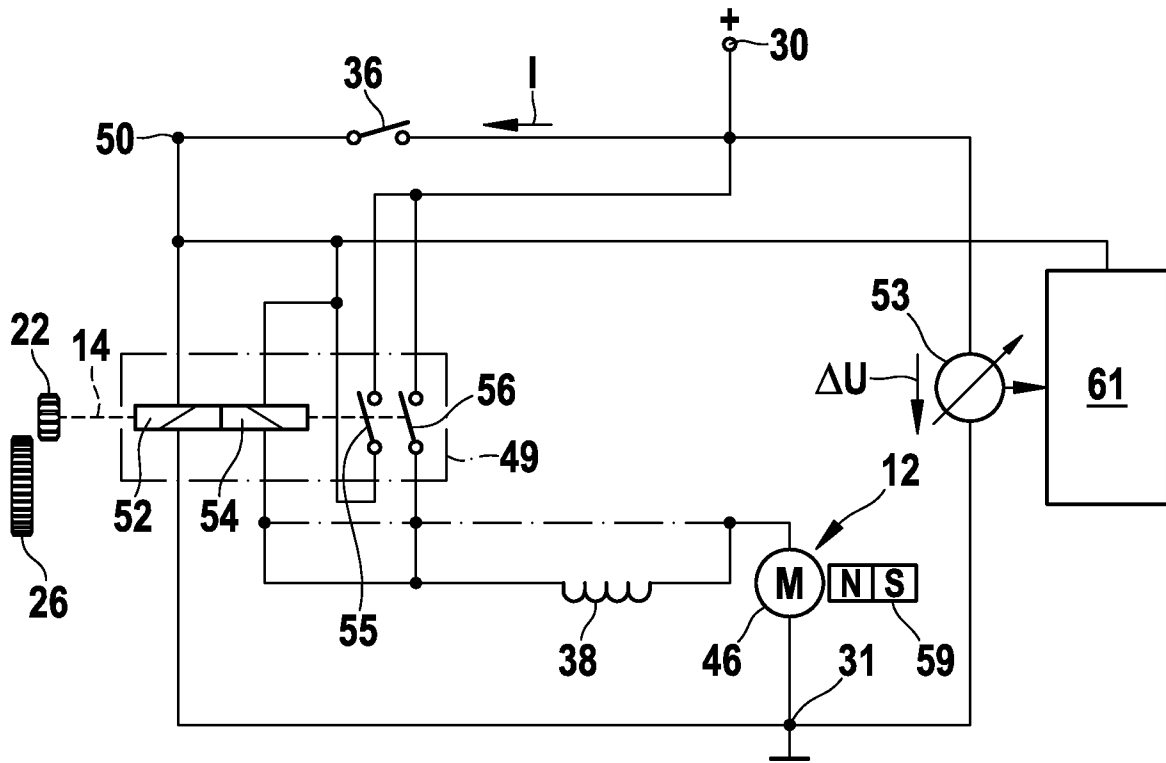


Fig. 6