

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 647 012 A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **94113605.3**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **H02P 1/24**

(22) Anmeldetag: **31.08.94**

(30) Priorität: **02.09.93 DE 4329603**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**05.04.95 Patentblatt 95/14**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**CH DE FR GB IT LI NL SE**

(71) Anmelder: **Berghänel Elektrotechnik**  
**Lützowstrasse 29**  
**D-09119 Chemnitz (DE)**

(72) Erfinder: **Berghänel, Dietmar, Dipl.-Ing.**  
**Jahnstrasse 4c**  
**D-09126 Chemnitz (DE)**

(54) **Verfahren zur Verkürzung der Einlaufzeit von Kommutatormaschine.**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf die Anpassung des Laufradius von Kohlebürsten an den Kommutator.

Die technische Lösung geht davon aus, diese Anpassung durch den Verschleiß der Kohlebürsten verstärkende Maßnahmen zu erreichen und strebt an, diese ausschließlich auf die Kohlebürsten zu beschränken sowie zeitlich und thermisch exakt zu steuern.

Erfindungsgemäß wird dieses Problem gelöst, indem die Kommutatormaschine über einen ersten Zeitraum bei einer Frequenz im Bereich von Oberwellen bis zum Erreichen der maximalen Beharungstemperatur und während des nachfolgenden Zeitraumes vom Frequenzbereich der im ersten Zeitraum angelegten Oberwellen bis zum Bereich der Grundwelle betrieben wird.

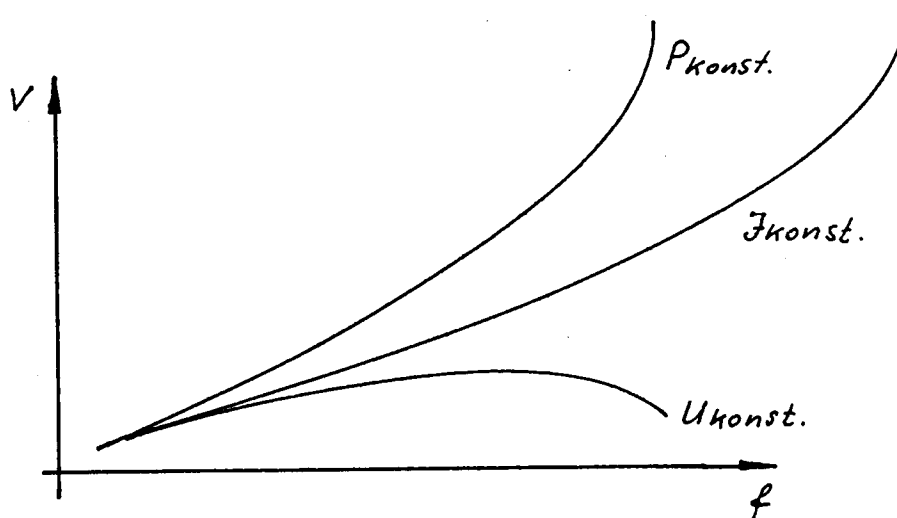


Fig.2 b

EP 0 647 012 A2

Die Erfindung bezieht sich auf die Anpassung des Laufradius von Kohlebürsten an den Kommutator.

Es ist aus DE-PS 3030357 bekannt, die Zeit für diese Anpassung durch die Einbringung von sublimierbaren Ammoniumsalzen zwischen der Lauffläche des Kommutators und der Kohlebürste zu verkürzen. Diese chemischen Substanzen bewirken in der Plasmaphase des Schleif- und Gleitkontaktes Radikalreaktionen, die zum zwangsläufigen Abbau der Kohlenstoffmodifikation und somit zu einem starken Verschleiß der Kohlebürsten führen.

Dieser erhöhte Verschleiß bildet die Grundlage für eine Verkürzung der Anpassungs- bzw. Einlaufzeit.

Nachteilig an diesem bekannten Verfahren ist die schädigende Wirkung der genannten chemischen Substanzen auf die Oberfläche des Kommutators. Diese wird rau und verursacht damit einen vorzeitigen Ausfall des Systems Kohlebürste-Kommutator. Ungünstig ist hierbei auch die nur schwierig beherrschbare Einwirkungszeit dieser chemischen Substanzen.

Als Nachteil ist auch der hohe Funkstörgrad derartig behandelter Maschinen, insbesondere auch nach der Einlaufphase, zu nennen, welcher eine Folge der erhöhten Laufflächenrauigkeit des Kommutators ist. Weiterhin handelt es sich häufig um Schleifmittel, welche die Lebensdauer der in Motoren eingesetzten Wälz- oder Gleitlager einschränken.

Der anzustrebenden Minimierung der Fertigungszeit steht entgegen, daß jede Maschine einzeln zu behandeln ist.

Der im Anspruch 1 angegebenen Erfindung liegt das Problem zugrunde, die den verstärkten Verschleiß der Kohlebürsten bewirkende Maßnahme ausschließlich auf diese zu beschränken und zeitlich exakt zu steuern.

Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile bestehen darin, daß die verschleißverstärkende Zeit des Betriebes in dem genannten Frequenzspektrum exakt steuerbar ist, seine Anwendung keine Auswirkungen auf die Lebensdauer des nach der Einlaufzeit in Normalbetrieb arbeitenden Kommutator-Kohlebürstensystems hat und kein Einfluß auf die Funkstörwerte im bestimmungsgemäßen Gebrauch festzustellen ist. Ein weiterer entscheidender Vorteil ist die Serienfreundlichkeit, da keine Maßnahme am Produkt, sondern einmalig an der Produktionsausrüstung, d.h. an der Schaltungsanordnung der Einlaufstrecke notwendig ist. Weitere wesentliche Vorteile der Erfindung sind, daß intelligente Einlauflösungen und die Parametererfassung in der Fertigung möglich sind. Vorteilhaft ist auch, daß das erfindungsgemäße Verfahren auch mit anderen bekannten Einlaufhilfen kombinierbar ist.

Durch die Verkürzung der Einlaufzeit und die Reduzierung der Einlaufleistung wird in der Serienfer-

tigung eine Zeit- und Energieeinsparung erzielt.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der Zeichnung erläutert.

Es zeigen:

- 5 Fig. 1 ein Zeit-Temperaturdiagramm der Einlaufphase,  
Fig. 2a-c Diagramme der Abhängigkeiten zwischen Verschleiß, Frequenz und Temperatur

10 und

- Fig. 3 das steuerbare Zeit-Temperaturdiagramm der Einlaufphase.

15 Während des Einlaufens einer Kommutatormaschine, d.h. der Zeit, in welcher sich der Laufradius der Kohlebürsten an die zugehörige Oberfläche des Kommutators anpaßt, stellt sich am System Kommutator-Kohlebürste eine zeitabhängige Temperatur  $\vartheta$  gemäß Fig. 1 ein.

20 Die Einlaufzeit  $t_E$  ergibt sich aus der thermischen Anfahrzeit  $t_r$  und der thermischen Beharrungszeit  $t_B$ :

$$t_E = t_r + t_B.$$

25 Die thermische Anfahrzeit  $t_r$  ist definiert als der zeitliche Bereich bis zum Erreichen des 0,95-fachen ( $\approx 3\tau$ ) der Beharrungstemperatur  $\vartheta_E$  und die thermische Beharrungszeit  $t_B$  als die Zeit bis zum Ende des Einlaufvorganges unter Zugrundelegung der kurzzeitig maximal zulässigen Systemtemperatur.

30 Die Einlaufzeit  $t_E$  reicht bis zu dem Zeitpunkt, an dem 70-100 % der Bürstenlauffläche den Kommutator kontaktieren. Dieser Richtwert wird vom Hersteller maschinenspezifisch festgelegt.

35 Die Variablen  $t_E$ ,  $t_r$ ,  $t_B$  sind abhängig vom Typ der Kommutatormaschine und sind festlegbar für Ströme, Spannungen und Frequenzen, mit denen diese betrieben wird.

40 Der Verschleiß  $v$  der Kohlebürsten ist sowohl von der Temperatur  $\vartheta$  abhängig (Fig. 2a) als auch von der Frequenz  $f$  (Fig. 2b), und zwischen der Frequenz  $f$  und der Temperatur  $\vartheta$  bestehen die in Fig. 2c dargestellten Abhängigkeiten. Die Abhängigkeit des Verschleißes von der Frequenz resultiert aus einer Frequenzabhängigkeit der Kommutierung, so daß auch bei Oberwellenbetrieb und Unterspannung ein höherer Verschleiß als bei Nennbetrieb erreicht werden kann.

50 Diese an sich nachteilige Abhängigkeit des Verschleißes von den genannten Größen wird erfindungsgemäß für das Einlaufen genutzt, indem ein erhöhter, aber gesteuerter Verschleiß der Kohlebürsten bewirkt wird.

55 Fig. 3 zeigt die sich ergebende Einlaufzeit  $t_E$  - (unterbrochene Linienführung) beim Betrieb mit einer sinusförmigen Wellenform der Frequenz 50 Hz, bei welcher am System Kommutator-Kohlebürste

die Beharrungstemperatur  $\vartheta_E$  bei Normalbetrieb erreicht wird. Die durchgehende Linienführung der Temperatur  $\vartheta$  entspricht der erfindungsgemäß verkürzten Einlaufzeit  $t'_E$ .

Diese wird erreicht, indem

- die Kommutatormaschine in einem ersten Zeitraum, welcher der thermischen Anfahrzeit  $t'_r$  entspricht, bei Nennspannung oder Unterspannung und einer Frequenz im Bereich von Oberwellen, beispielsweise innerhalb der 5. bis 10. Harmonischen, betrieben wird. Die Maschine dreht bei einem Bruchteil der Nennleistung langsam und das System Kohlebürste-Kommutator erwärmt sich schnell auf der Grundlage der in Fig. 2c ( $\vartheta = f(f)$ ) und Fig. 2a ( $v = f(\vartheta)$ ) dargestellten Zusammenhänge, ohne daß die Wicklung und das System Kohlebürste-Kommutator unzulässig hoch erwärmt werden,
- die Kommutatormaschine während eines zweiten Zeitraumes, welcher der thermischen Beharrungszeit  $t'_B$  entspricht, mit Nennstrom oder Nennleistung und einer Frequenz im Bereich der Grundwelle bis in den Frequenzbereich des ersten Verfahrensschrittes, beispielsweise bis zur 5. Oberwelle, betrieben wird.

Die Maschine dreht mit ihrer Nenndrehzahl. Hinsichtlich des gesteuerten Verschleißes kommt die in Fig. 2b dargestellte Abhängigkeit  $v = f(f)$  zur Anwendung.

Die quantitativen Anteile und die zeitliche Reihenfolge der Frequenzen sowie die Höhe der Betriebsspannungen sind motorspezifisch festzulegen und mit einem Generator, einem Verstärker sowie einer Zeit- oder Temperatursteuerung unaufwendig zu realisieren.

Hierbei sollte möglichst nahe an die kurzzeitig maximal zulässige Beharrungstemperatur  $\vartheta_{\max}$  herangefahren werden, mit welcher die Maschine über einen definierten Zeitraum ohne Schädigung betreibbar ist. Diese Beharrungstemperatur  $\vartheta_{\max}$  sollte jedoch nicht überschritten werden.

Das Verhältnis von  $t'_B$  zu  $t'_r$  ist in einem sehr weiten Bereich variierbar, vom Motortyp abhängig und es können der erste Zeitraum  $t'_r$  oder der zweite Zeitraum  $t'_B$  zeitlich gegen Null gehen. In diesen Fällen werden  $t'_r = t'_E$  oder  $t'_B = t'_E$ . Es ist auch möglich, daß die Maschine nach dem Wobbelprinzip von einer hohen Frequenz zur Nennfrequenz geführt wird.

kennzeichnet, daß die Kommutatormaschine über einen ersten Zeitraum bei einer Frequenz oder einem Frequenzgemisch im Bereich von Oberwellen bis zum Erreichen der maximalen Beharrungstemperatur ( $\vartheta_{\max}$ ) und während des nachfolgenden Zeitraumes im Frequenzbereich der im ersten Zeitraum angelegten Oberwellen oder von diesem Frequenzbereich bis zum Bereich der Grundwelle betrieben wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kommutatormaschine im verschleißfördernden Bereich der Beharrungszeit ( $t_B$ ) bei Vielfachen der Grundfrequenz wahlweise mit Unterspannung, Nennspannung, Nennleistung oder Nennstrom betrieben wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kommutatormaschine im Anschluß an das Einlaufverfahren kurzzeitig mit Nennleistung bei Nennfrequenz betrieben wird.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Verkürzung der Einlaufzeit von Kommutatormaschinen durch zeitlich begrenzte Anwendung den Verschleiß der Kohlebürsten verstärkender Maßnahmen, dadurch ge-

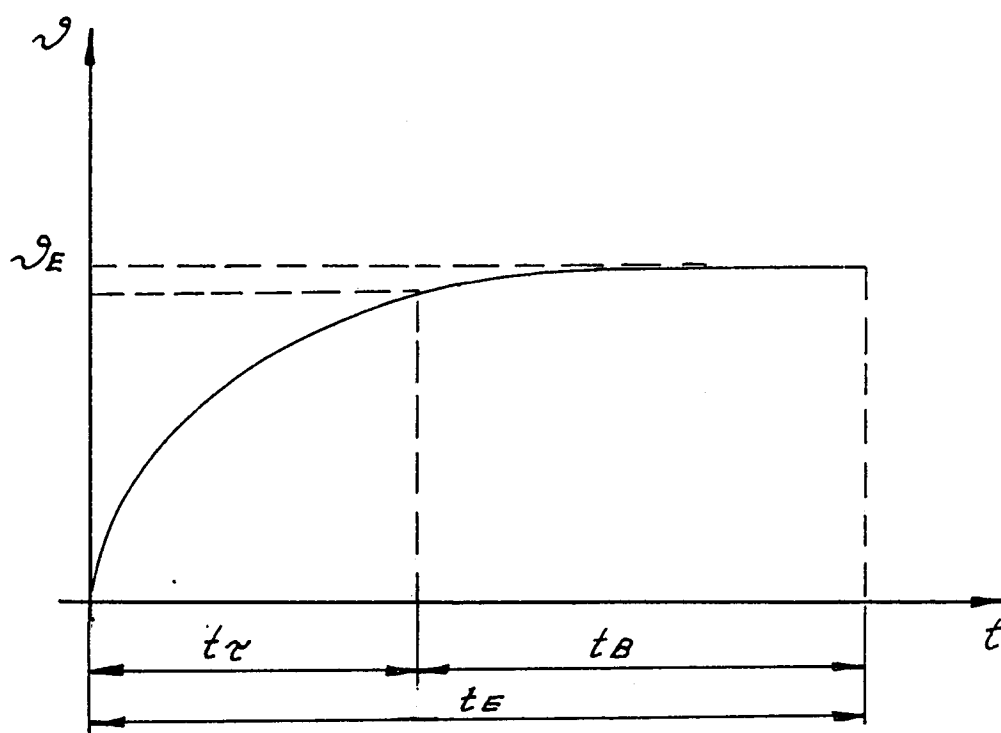


Fig. 1

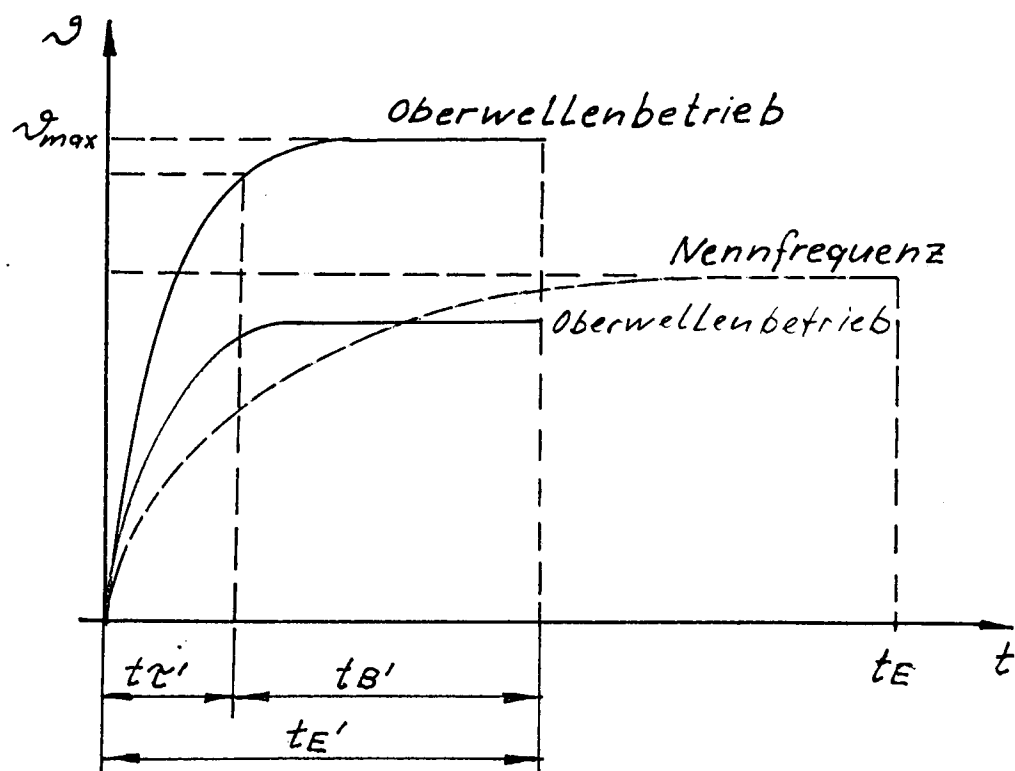


Fig. 3

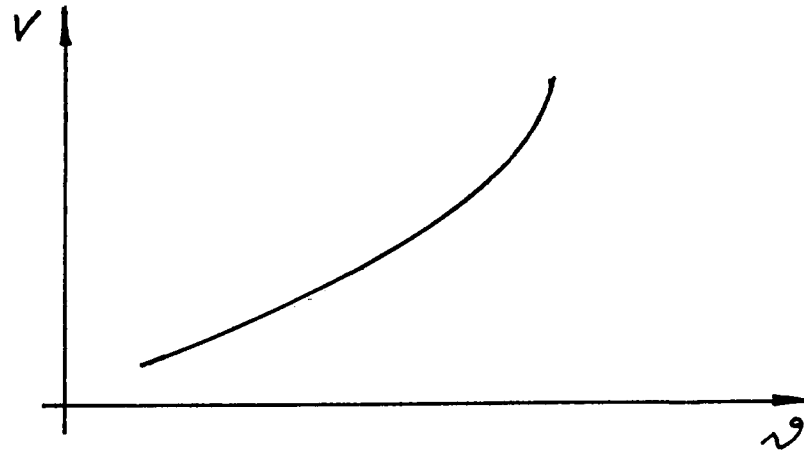


Fig. 2a

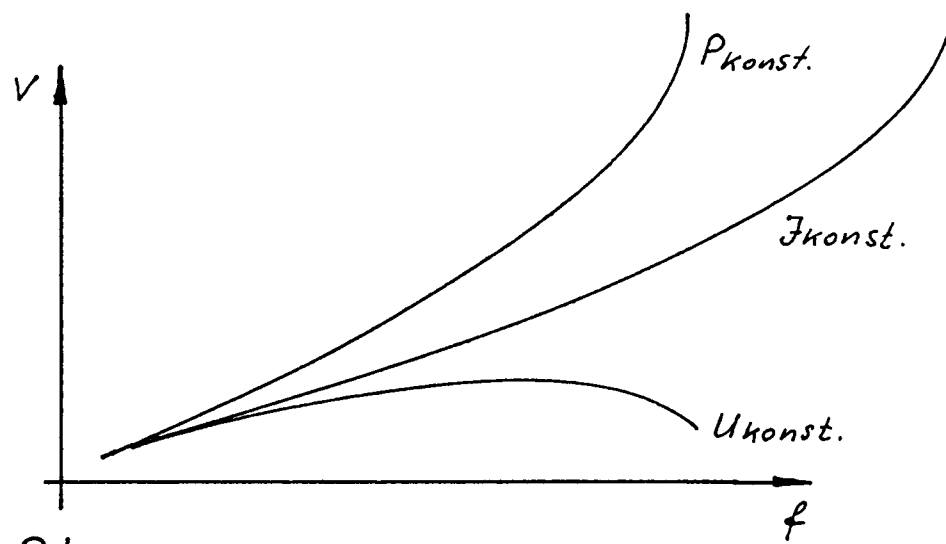


Fig. 2b

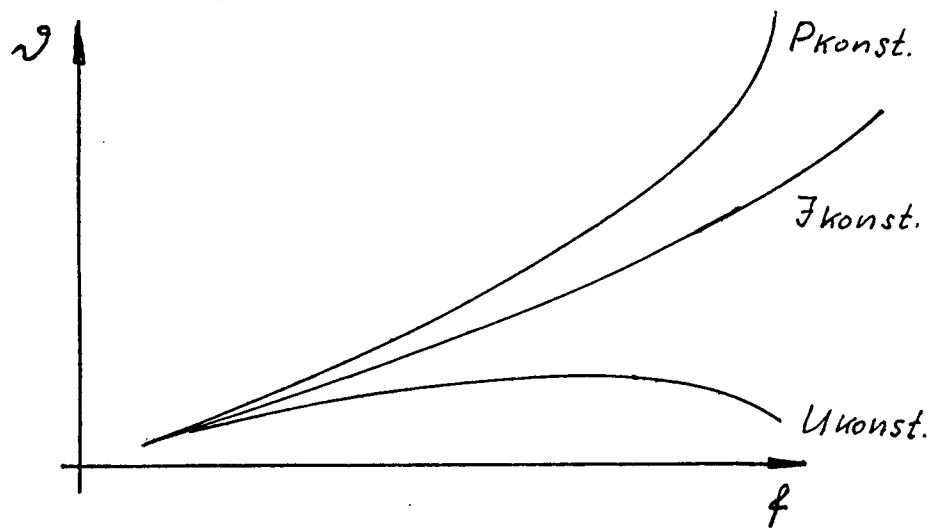


Fig. 2c