



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.05.2001 Patentblatt 2001/18

(51) Int Cl.7: **H02P 6/00**

(21) Anmeldenummer: **00123222.2**

(22) Anmeldetag: **26.10.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Ackermann, Werner**
64367 Mühlthal (DE)
• **Redemund, Sven**
64625 Bensheim (DE)

(30) Priorität: **26.10.1999 DE 19951533**

(74) Vertreter: **Sommer, Peter**
Sommer Patentanwalt und
European Patent and Trademark Attorney
Am Oberen Luisenpark 5
68165 Mannheim (DE)

(71) Anmelder: **Sirona Dental Systems GmbH**
64625 Bensheim (DE)

(54) **Verfahren zur Spannungskompensation an einem Elektrokleinstmotor**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Kompensation belastungsabhängiger Spannungseinbrüche an einem Elektrokleinstmotor (7), mit einer Spannungskompensation (22) und der über einen RI-Regelbaustein (10) angesteuert wird. Mit zunehmender Schwingungsdauer (27) einer Schwingung (31) wird die

normale Impulslänge (25) auf eine verlängerte Impulslänge (26) vergrößert, oder der Leistungsnachschub wird über eine Verlängerung der Integrationszeit eines zusätzlichen Energiespeichers realisiert, um Spannungseinbrüche am Elektrokleinstmotor (7) unter Belastung auszugleichen.

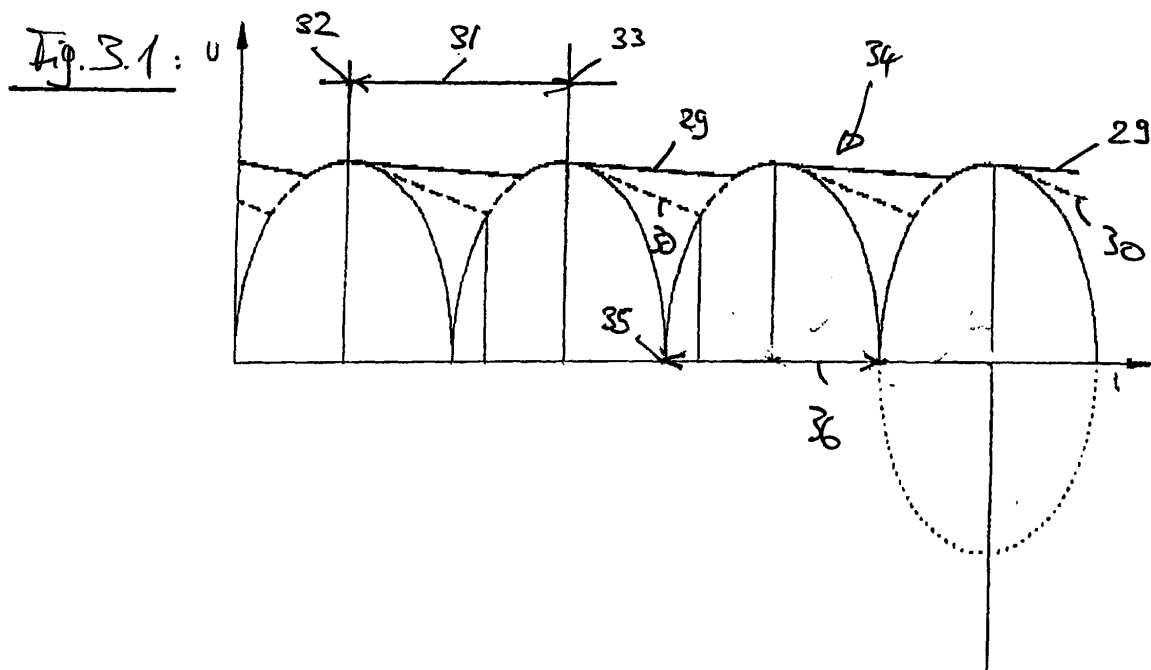
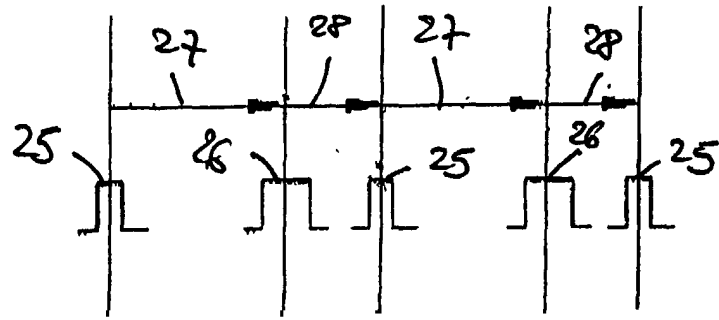


Fig. 8.2:



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur SpannungsKompensation an einem Elektrokleinstmotor, der beispielsweise als Antrieb in einem zahnärztlichen Handstück für dentale Zwecke eingesetzt werden kann.

[0002] DE 44 12 413 C 1 offenbart bereits eine Einrichtung zur Optimierung des Drehzahlregelverhaltens eines Elektrokleinstmotors für zahnärztliche Zwecke, welche ein erstes Modul zur Regelung der Drehzahl durch EMK-Messung bei abgeschaltetem Motor sowie ein weiteres Modul zur Regelung der Drehzahl durch RI-Kompensation des inneren Spannungsabfalls des Motors sowie Elemente aufweist, welche in Abhängigkeit von vorgebbaren Drehzahlwerten entscheiden, welches der beiden Module die Drehzahlregelung des Motors übernimmt. Eine Vergleichslogik, in die eine Größe eingebaubar ist, die der Umschaltdrehzahl entspricht, bei der von einem Modul zum anderen Modul umgeschaltet wird, vergleicht die IST-Drehzahl und die der Umschaltdrehzahl entsprechenden Größe miteinander. In Abhängigkeit von dem am Ausgang der Vergleichslogik anliegenden Status (größer oder kleiner) in einer Auswertelogik wird über die Ansteuerung des einen oder anderen Moduls entschieden. An der Vergleichslogik kann auch eine Größe, die einer vom Anwender gewünschten maximalen Drehzahl entspricht, eingegeben werden, wobei die vorgebbaren Daten vom Anwender frei wählbar einstellbar sind. Eine gleitende Umschaltung der Module erfolgt, indem, ausgehend von einer festgelegten Umschaltdrehzahl, ein Drehzahlbereich festgelegt ist, innerhalb dem das Modul zur Regelung der Drehzahl durch RI-Kompensation aktiviert ist und gleichzeitig auch das Modul zur Regelung der Drehzahl durch EMK-Messung zeitweise entsprechend einem vorgebbaren Regelanteil aktiviert werden kann. Die Regelcharakteristik für die Umschaltung der beiden Module kann in einem Rechner festgelegt werden, der die Endstufe des Motors ansteuert und in den einerseits die für die Errechnung vorgelegten Motordaten und andererseits die Entscheidungen aus der Auswertelogik eingehen.

[0003] Bei der RI-Kompensation erfolgt die Regelung der Drehzahl eines Elektrokleinstmotors über den inneren Spannungsabfall des Motors. Der Motorstrom wird abhängig von der Motorlast gemessen. Bei Drehzahlrückgang als Folge stärkerer Motorbelastung wird ein höherer Motorstrom gemessen; umgekehrt steigt bei Belastungsrückgang die Drehzahl, wodurch ein kleinerer Motorstrom gemessen wird. Die gemessene Motorstromdifferenz wird auf eine Regeleinrichtung aufgegeben, die dann die Drehzahl auf den gewünschten Sollwert bringt. Der Vorteil dieser Motorregelung liegt in einem sehr ruhigen Laufverhalten des Motors bis in den oberen Drehzahlbereich. Von Nachteil bei dieser Konfiguration ist jedoch der Umstand, daß im unteren, besonders aber im untersten Drehzahlbereich der Motor

ein relativ kleines Drehmoment abgibt.

[0004] Bei der Umwandlung von Wechselspannung in Gleichspannung treten Gleichrichter-Spannungsverluste auf, die sich als Spannungseinbrüche im Verlauf einer 100 Hz-Schwingung am Elektrokleinstmotor durch eine sich einstellende Laufunruhe bemerkbar machen. Die durchschnittlich am Elektrokleinstmotor zur Verfügung stehende Motorspannung sinkt mit zunehmender Belastung im Schwingungsfenster einer 100 Hz-Schwingung, so daß sich Versorgungsspannungseinbrüche einstellen. Bisher wurden über eine SpannungsKompensation versucht, die Spannungseinbrüche zu kompensieren, was jedoch höchst unerwünschte Drehzahlsprünge nach sich gezogen hat.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die durchschnittliche Motorversorgungsspannung eines Elektrokleinstmotors auf einem möglichst hohen Niveau zu halten.

[0006] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß bei einem Verfahren zur Kompensation belastungsabhängiger Spannungseinbrüche an einem Elektrokleinstmotor, der eine SpannungsKompensation aufweist und über einen RI-Regelbaustein angesteuert wird, digital zu jedem Zeitpunkt einer Schwingung der Ansteuerimpuls vergrößert oder verkleinert werden kann, sowie analog über eine Integrationszeit, realisiert durch einen Energiespeicher die Spannungseinbrüche durch Belastung ausgeglichen werden.

[0007] Die damit erzielbaren Vorteile liegen darin, daß bei digitalen Anwendungen die Impulsverlängerung bzw. -verbreiterung in Abhängigkeit von der Höhe der Spannungseinbrüche am Elektrokleinstmotor vorgenommen werden kann. Damit läßt sich das Regelverhalten eines RI-Regelbausteins dahingehend verbessern, daß es beschleunigt wird und die SpannungsKompensation frühzeitig initiiert wird. Mittels des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Verfahrens kann bei digitalen Anwendungen eine Impulsverbreiterung bzw. -verlängerung durch die längere Ansteuerzeit die sich einstellenden Spannungseinbrüche ausgleichen. Bei analogen Anwendungen kann über eine Integrationszeit realisiert durch Energiespeicher ein Leistungsnachschub ermöglicht werden.

[0008] In weiterer Ausgestaltung des der Erfindung zugrundeliegenden Gedankens erfolgt die Ansteuerung des Elektrokleinstmotors über ein Ausgangssignal eines Logikbausteines, dem die Ausgangssignale einer SpannungsKompensation und eines RI-Regelbausteines zugeführt werden. Beide Signale werden dem Logikbaustein gleichzeitig aufgegeben, von dem aus ein Ansteuerungssignal an dem Elektrokleinstmotor übertragen wird.

[0009] In vorteilhafter Weise läßt sich mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens bei digitalen Anwendungen die Verlängerung bzw. Verbreiterung des Normalimpulses zu jedem Zeitpunkt eines 100 Hz-Zyklus' erzielen. Passiert die Halbschwingung eines 100 Hz-Zyklus' hingegen ihr Maximum, so ist die Impulslänge bzw.

Impulsbreite wieder auf ihr jeweiliges Normalmaß zurückgeführt. Bei einer Realisierung der Ansteuerschaltung als eine Mikrocontrollersteuerschaltung in digitaler Form könnte die Laufruhe des anzusteuernenden Elektrokleinstmotors noch zusätzlich dadurch erhöht werden, daß die Impulsmanipulation während eines 100 Hz-Zyklus' laufend vorgenommen wird.

[0010] Durch Voreinstellung von Minimal- und Maximalwerten für die aktuelle oder auch die durchschnittliche Versorgungsspannung kann der Verlängerung und Verbreiterung sowie die entsprechende Rückführung des Impulses auf sein Normalmaß ausgelöst und entsprechend abhängig von den auftretenden Spannungseinbrüchen angepasst werden. Bei analogen Anwendungen kann durch die Verlängerung der Integrationszeit die Aufladung eines Energiespeichers verbessert werden, so daß über diesen ein bei Belastung erforderlicher Leistungsnachschub durch eine Spannungserhöhung am Elektrokleinstmotor realisierbar ist.

[0011] Anhand einer Zeichnung sei die Erfindung nachstehend näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 ein zahnärztliches Handstück, welches an seiner Kupplungsstelle geteilt ist,

Fig. 2 einen Regelkreis zur Ansteuerung eines Elektrokleinstmotors eines zahnärztlichen Handstückes,

Fig. 3.1 den Motorspannungsverlauf für eine große und eine Kapazität aufgetragen über der Zeitachse und

Fig. 3.2 eine Impulslängenvergrößerung bei digitaler Anwendung und eine Rückführung auf ein Normalmaß zur Ansteuerung eines Elektrokleinstmotors und

Fig. 4 ein Blockschaltbild für einen Elektrokleinstmotor.

[0012] In der Darstellung gemäß Fig. 1 ist ein zahnärztliches Handstück wiedergegeben, welches an seiner Kupplungsstelle getrennt ist.

[0013] Das zahnärztliche Handstück 1 besteht aus einem oberen Teil, welches an einem Kopfteil 3 einen Druckknopf 2 aufweist, mit dem ein Werkzeugansatz 2.1 betätigbar ist, in dem das Werkzeug aufgenommen werden kann. Die Antriebswelle befindet sich mit samt dem Getriebe in einem Halsteil 4. Die Werkzeugaufnahme kann mittels eines Druckknopfes 2 ver- bzw. entriegelt werden. Im unteren Teil des zahnärztlichen Handstückes 1 ist der Antrieb 6, beispielsweise ausgestaltet als ein Elektrokleinstmotor 7, aufgenommen, der über eine Kupplung 5 auf die im Halsstück 4 des oberen Teiles aufgenommene Antriebswelle für das zahnärztliche Werkzeug einwirkt.

[0014] Fig. 2 zeigt einen Regelkreis in seinen wesent-

lichen Komponenten, mit welchem der in einem zahnärztlichen Handstück aufgenommene Elektrokleinstmotor 7 in einem Drehzahlbereich von 100 min^{-1} bis 40.000 min^{-1} gesteuert wird.

[0015] Eine Sollvorgabe 9, beispielsweise eine vorgegebene Solldrehzahl an einem zahnärztlichen Werkzeug, wird einem RI-Regelbaustein 10 und einem EMK-Regelbaustein 19 zugeführt. Den beiden Regelkreisbausteinen 10 und 19 werden darüber hinaus das an der Leistungsstufe 16 des Elektrokleinstmotors 7 ermittelte Signal 12 des aktuellen Motorstromes zugeführt. Ferner wird ein Signal 20, welches der aktuellen EMK des Elektrokleinstmotors 7 entspricht, an den entsprechenden Eingang des EMK-Regelbausteines 19 angelegt. Das Signal 12, dessen Wert dem aktuellen Motorstrom am Elektrokleinstmotor 7 entspricht, wird ausschließlich dem RI-Regelbaustein 10 zugeführt, wobei es ebenfalls als ein Eingangssignal einem Strombegrenzer 13 zugeführt werden kann, dessen Ausgangssignal einen weiteren Logikbaustein gemäß Fig. 2 beaufschlagt.

[0016] Der Elektrokleinstmotor 7 wird über die Leistungsstufe 16 durch ein die Spannung steuerndes Signal angesteuert, welches gleichzeitig einem Spannungsmesser zugeführt wird, dessen Eingangssignal als Eingangssignal für Spannungsregelung 15 dient. Das Ausgangssignal der Spannungsregelung 15 seinerseits dient als Eingangssignal für zwei Logikbausteine, die hintereinander geschaltet sind und auf die Leistungsstufe 16 des anzusteuernenden Elektrokleinstmotor 7 einwirken. An der Leistungsstufe für den Elektrokleinstmotor 7 befindet sich eine Messeinheit 14 zur Ermittlung des aktuellen Motorstromes am Elektrokleinstmotor 7, ferner eine Messeinheit 17 zur Ermittlung der elektromotorischen Kraft EMK (am Elektrokleinstmotor 7). Im folgenden wird die Spannungs kompensierung an einem Elektrokleinstmotor 7 nur im Zusammenhang mit einer RI-Regelung basierend auf einem RI-Regelbaustein 10 gemäß Fig. 2 betrachtet.

[0017] Fig. 3.1 zeigt die Spannungseinbrüche unter Last an einem Elektrokleinstmotor, die Spannungseinbrüche unter Last von einem Elektrokleinstmotor, verursacht durch einen zu klein gewählten Kondensator, der den nötigen Lastausgleich nicht vornehmen kann.

[0018] Ausgehend vom 100 Hz-Zyklus (Rippel) 31 einer Schwingung läßt diese sich in einer Halbschwingung 36, einen sich daran anschließenden Nulldurchgang 35 teilen. Der Schwingung 31 jeweils zyklisch überlagert sind die Spannungsverläufe 34. Der Spannungsverlauf 29 entspricht einer gleichgerichteten Spannung mit einem kleinen Kondensator ohne Last während der Spannungsverlauf 30 dem Verlauf der Spannung mit einem kleinen Kondensator unter Last entspricht. Die Spannungseinbrüche an der Spannungsverlaufskurve 30 für einen kleineren Kondensator sind stärker ausgeprägt als die Spannungseinbrüche, die sich bei einem Kondensator mit größerer Kapazität einstellen. Die Kapazität des kleineren Kondensators ist

naturgemäß schneller erschöpft. Mit einer Verlängerung der Integrationszeit läßt sich die Aufladung eines Energiespeichers derart verbessern, daß dieser bei kleinerem Bauvolumen eine durch Belastung des Elektrokleinstmotors an diesem auftretenden Spannungseinbruch zu kompensieren vermag, so daß sich der Spannungsverlauf auch bei kleineren Kapazitäten 30 der Kurve 29 aufgetragen für größere Kapazitäten gemäß Fig. 3.1 annähern.

[0019] Fig. 3.2 zeigt die Impulslängensteuerung für eine Ansteuerung des Elektrokleinstmotors über eine digitale Mikrocontrollerschaltung. Unterhalb des U,t-Diagramms gemäß Fig. 3.1 ist die sich einstellende Impulsmanipulation am RI- Regelbaustein 10 aufgetragen, die abhängig von den erkannten Spannungseinbrüchen entsprechend der Motorversorgungsspannungskurve 30 erfolgt. Am Maximum 32 der Halbschwingung 36 hat der Impuls 25 sein Normalmaß, was Impulslänge bzw. Impulsbreite betrifft. Mit sich entlang der Zeitachse d) einstellender Dauer wächst die Impulsbreite auf die Impulslänge 26 an. Der zeitliche Verlauf 27 hängt von der Belastung ab. Nach Erreichen des Maximalwertes 33 entspricht der Impuls 25 wieder seinem Normalmaß. Bei Ausbildung einer digitalen Controller-Schaltung ließe sich die Impulsmanipulation während der 100 Hz-Zyklus' 31 laufend ändern, wodurch sich die Laufruhe des Elektrokleinstmotors 7 noch zusätzlich verbessern ließe, weil im Idealfalle keine Spannungseinbrüche mehr auftreten.

[0020] Die Impulsmanipulation am RI-Baustein 10 verhält sich gegenläufig zum Auftreten von Spannungseinbrüchen, wie an der Spannungskurve 30 abgelesen werden kann. Wenn die Versorgungsspannung auf ihren jeweiligen Minimalwert zustrebt, vergrößert sich die Impulslänge, strebt der durchschnittlich sich einstellende Versorgungsspannungswert auf sein Maximum, so geht die Impulslänge auf ihr Normalmaß 25 zurück. Damit lassen sich sich einstellende Spannungseinbrüche an einem Elektrokleinstmotor 7 durch Verkürzung bzw. Verlängerung des Ansteuerimpulses durch den RI-Regelbaustein 10 ausregeln.

[0021] Der sich am RI-Regelbaustein 10 ausbildende, von den Spannungseinbrüchen abhängige Ansteuerungssignal wird auf einen Logikbaustein 18 gegeben, der seinerseits gemäß des Blockschaltbildes in Fig. 4 die Ansteuerung des Elektrokleinstmotors 7 über eine hier nicht näher dargestellte, aber in Fig. 2 schematisch wiedergebene Leistungsstufe 16 realisiert.

[0022] War bei analogen Anwendungen bisher die Kapazität des eingesetzten Kondensators ein ausschlaggebendes Kriterium für die Kompensation von Spannungseinbrüchen an einem unter Belastung arbeitenden Elektrokleinstmotor 7, so ist mit dem erfindungsgemäßen Verfahren die Verwendung kleinerer Kondensatoren mit demzufolge geringerer Kapazität möglich, da die Kapazität als Auswahlkriterium durch die Maßnahme der Verlängerung der Integrationszeit in den Hintergrund tritt. Dadurch können Kondensatoren mit

geringeren Kapazität verwendet werden, die einerseits einen geringeren Platzbedarf wie oben bereits angesprochen und andererseits erheblich preiswerter erhältlich sind.

[0023] In der Darstellung gemäß Fig. 4 ist ein Blockschaltbild für eine Ansteuerung eines Elektrokleinstmotors nur schematisch dargestellt.

[0024] Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß neben einem RI-Regelbaustein 10, der ein Ausgangssignal 11 auf einen Logikbaustein 18 gibt, eine Spannungskompensation 22 vorgesehen ist, deren Ausgangssignal 23 ebenfalls auf den Logikbaustein 18 gegeben wird. Das Ausgangssignal des Logikbausteines 18, das Ansteuersignal 24, steuert den Elektrokleinstmotor 7 an. Neben der in rein analoger Schaltungstechnik ausführbaren Verwirklichung der Schaltung gemäß des Blockschaltbildes läßt sich die Schaltung ebenso gut als eine digital arbeitende Mikrocontroller-Schaltung ausbilden, die zudem den Vorteil bietet, die Impulsmanipulation abhängig von dem sich am Elektrokleinstmotor einstellenden Spannungseinbrüchen laufend während eines 100 Hz-Zyklus' 31 ändern.

25 Patentansprüche

1. Verfahren zur Kompensation belastungsabhängiger Spannungseinbrüche an einem Elektrokleinstmotor (7) mit einer Spannungskompensation (22), wobei der Elektrokleinstmotor (7) über einen RI-Regelbaustein (10) angesteuert wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß digital zu jedem Zeitpunkt einer Schwingung ein Ansteuerimpuls (26) vergrößert oder verkleinert werden kann sowie analog über eine Integrationszeit realisiert durch einen Energiespeicher die Spannungseinbrüche durch Belastung ausgeglichen werden.
2. Verfahren zur Kompensation belastungsabhängiger Spannungseinbrüche gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ansteuerung des Elektrokleinstmotors (7) über ein Ausgangssignal (24) eines Logikbausteins (18) erfolgt, dem die Ausgangssignale (11, 23) einer Spannungskompensation (22) und eines RI-Regelbausteins (10) zugeführt werden.
3. Verfahren zur Kompensation belastungsabhängiger Spannungseinbrüche gemäß Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Ausgangssignale (11, 23) dem Logikbaustein (18) gleichzeitig zugeführt werden.
4. Verfahren zur Kompensation belastungsabhängiger Spannungseinbrüche gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Impulsbreite durch eine Mikrocontrollerschaltung während des 100 Hz-Zyklus' (31) laufend geändert wird.

5. Verfahren zur Kompensation belastungsabhängiger Spannungseinbrüche gemäß Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die laufende Änderung der Impulsbreite während des 100 Hz-Zyklus' (31) mit einer Controller-schaltung berechnet wird. 5
6. Verfahren zur Kompensation belastungsabhängiger Spannungseinbrüche gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die maximale Impulsbreite (26) dann erzielt ist, wenn der Versorgungsspannungsverlauf (30) sein Minimum erreicht. 10
7. Verfahren zur Kompensation belastungsabhängiger Spannungseinbrüche gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die normale Impulsbreite (25) bei Erreichen des Maximalwertes der Versorgungsspannung (31) anliegt. 15
8. Verfahren zur Kompensation belastungsabhängiger Spannungseinbrüche gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß durch die Verlängerung der Integrationszeit die Aufladung des Energiespeichers zunimmt. 20
9. Verfahren zur Kompensation belastungsabhängiger Spannungseinbrüche nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Energiespeicher als Kondensator ausgebildet ist. 25

30

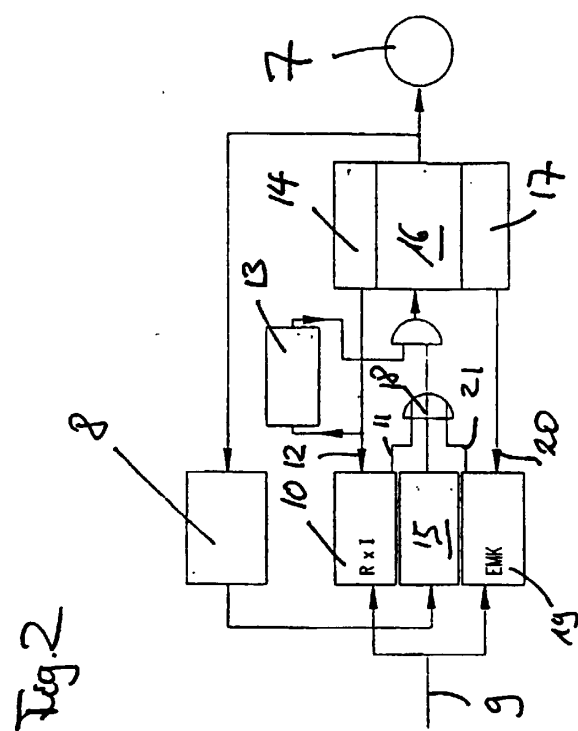
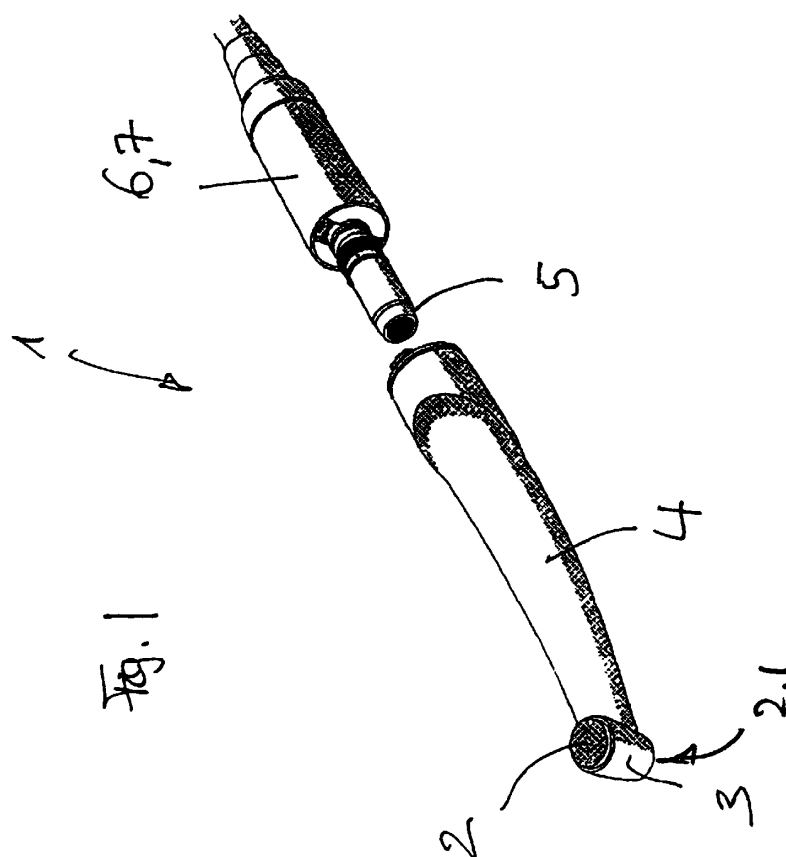
35

40

45

50

55



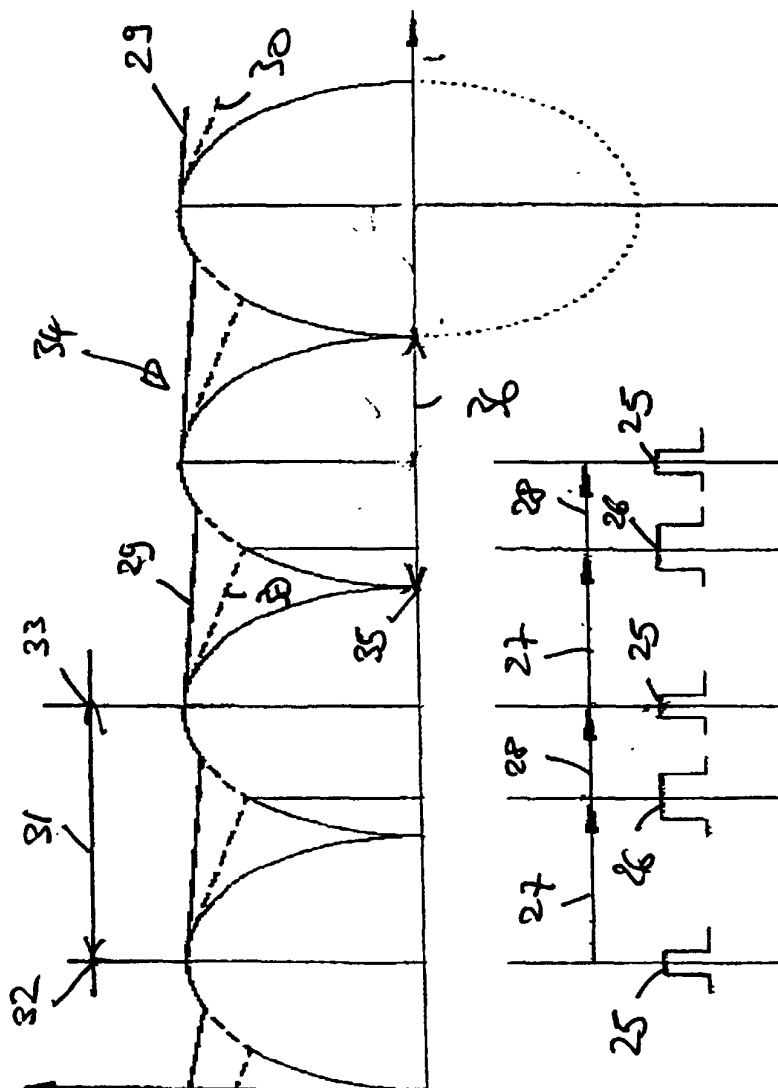


Fig. 3.2:

