

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) EP 0 809 021 A2

(12)

### EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
26.11.1997 Patentblatt 1997/48

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: F02P 19/02

(21) Anmeldenummer: 97108081.7

(22) Anmeldetag: 17.05.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
DE ES FR GB IT

(72) Erfinder:  
• Schütz, Martin  
72622 Nürtingen (DE)  
• Lindl, Bruno  
63846 Laufach (DE)

(30) Priorität: 21.05.1996 DE 19620258  
01.03.1997 DE 19708430

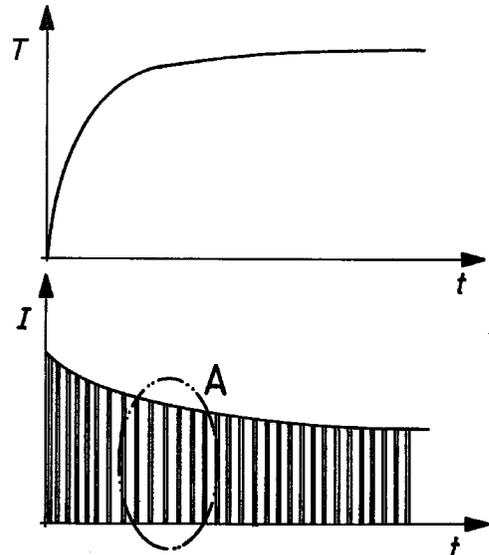
(71) Anmelder:  
• Stribel GmbH  
D-72636 Frickenhausen (DE)  
• BERU Ruprecht GmbH & Co. KG  
D-71636 Ludwigsburg (DE)

(74) Vertreter:  
Hoeger, Stellrecht & Partner  
Uhlandstrasse 14 c  
70182 Stuttgart (DE)

#### (54) Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung des Glühvorgangs einer Glühkerze eines Dieselmotors

(57) Um ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung des Glühvorgangs einer Glühkerze eines Dieselmotors derart zu schaffen, daß die Vorglühzzeit der Glühkerze verkürzt wird, wird vorgeschlagen, daß man der Glühkerze zunächst während einer Aufheizphase eine elektrische Aufheizleistung zuführt, deren Betrag höher ist als die Dauerleistung, die der Glühkerze im Dauerbetrieb ohne Schädigung zugeführt werden kann, wobei man die Dauer der Aufheizphase so bemißt, daß keine Schädigung der Glühkerze erfolgt, und daß man nach Ablauf der Aufheizphase die Glühkerze mit einer Leistung betreibt, die maximal der Dauerleistung entspricht.

FIG.3



EP 0 809 021 A2

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zur Steuerung des Glühvorgangs einer Glühkerze eines Dieselmotors.

Zur Zündung des Kraftstoffes beim Starten von Dieselmotoren (Selbstzünder) mittels Glühkerzen muß die Temperatur der Glühkerze in einer Aufheizphase auf eine Solltemperatur aufgeheizt werden, bei der der Kraftstoff zündet. Beim Starten des Dieselmotors muß somit eine gewisse Vorglühzeit abgewartet werden.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein gattungsgemäßes Verfahren sowie eine gattungsgemäße Vorrichtung anzugeben, mit der die Vorglühzeit der Glühkerze verkürzt werden kann.

Diese Aufgabe wird in einer ersten Lösung bei einem Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß man der Glühkerze zunächst während einer Aufheizphase eine elektrische Aufheizleistung zuführt, deren Betrag höher ist als die Dauerleistung, die der Glühkerze im Dauerbetrieb ohne Schädigung zugeführt werden kann, wobei man die Dauer der Aufheizphase so bemißt, daß keine Schädigung der Glühkerze erfolgt, und daß man nach Ablauf der Aufheizphase die Glühkerze mit einer Leistung betreibt, die maximal der Dauerleistung entspricht.

Gemäß dieser ersten Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe ist vorgesehen, daß die Glühkerze zunächst mit einer Leistung betrieben wird, der sie im Dauerbetrieb nicht standhalten kann, sondern bei der sie durchbrennen würde. Diese hohe Aufheizleistung wird ihr allerdings nur über eine Zeitspanne zugeführt, die so bemessen ist, daß noch keine Schädigung der sich allmählich erwärmenden Glühkerze eintritt. Die Glühkerze wird vielmehr nur so lange mit der hohen Aufheizleistung betrieben, bis sie ihre Solltemperatur erreicht hat. Die Dauer der Aufheizphase wird somit durch den Betrag der Aufheizleistung bestimmt und kann für jeden zur Verwendung kommenden Glühkerzentyp fest vorgegeben werden.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird außerdem in einer zweiten Lösung bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß man die Heizleistung der Glühkerze dadurch regelt, daß man wiederholt die Temperatur einer Glühwendel der Glühkerze bestimmt, mit einer Solltemperatur vergleicht, und die Heizleistung zum Erreichen einer Solltemperatur auf einen der ermittelten Temperaturdifferenz entsprechenden Wert einstellt.

Bei dieser zweiten Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe wird die der Glühwendel zugeführte Leistung in Abhängigkeit von der Temperatur der Glühwendel der Glühkerze geregelt. Dadurch ist es möglich, die Glühkerze zum Aufheizen mit einer sehr hohen Leistung zu betreiben, die dann bei Erreichen der Solltemperatur gedrosselt wird.

Die Drosselung der Heizleistung kann dabei derart erfolgen, daß man den Betrag der praktisch kontinuierlich zugeführten Heizleistung reduziert, oder aber

indem man die Heizleistung der Glühkerze getaktet zuführt, d.h. in gewissen Zeitintervallen unterbricht, wobei die Länge der unterbrechenden Zeitintervalle in Abhängigkeit von der tatsächlichen Temperatur der Glühwendel eingestellt wird.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird weiterhin in einer dritten Lösung bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß man die Glühkerze zunächst während einer Aufheizphase so lange mit einer Aufheizleistung betreibt, die höher ist als die der Glühkerze im Dauerbetrieb ohne Schädigung zuführende Dauerleistung, bis man durch Bestimmung der Temperatur einer Glühwendel der Glühkerze festgestellt hat, daß die Solltemperatur erreicht wurde und daß man anschließend die Glühkerze mit einer Leistung betreibt, die maximal der im Dauerbetrieb verträglichen Leistung entspricht.

Bei dieser dritten Lösung ist vorgesehen, daß man zum einen die Glühkerze in der Aufheizphase mit einer sehr hohen Leistung betreibt, so daß die Glühkerze sehr schnell erwärmt wird und daß man zum anderen die Temperatur der Glühwendel der Glühkerze ermittelt und so feststellen kann, wann die Solltemperatur erreicht wurde. Sobald dies der Fall ist, wird die der Glühkerze zugeführte Leistung gedrosselt und die Glühkerze wird maximal mit der Leistung betrieben, die der Glühkerze im Dauerbetrieb ohne Schädigung zugeführt werden kann.

Alle drei vorgenannten Lösungen ermöglichen kurze Energiebereitstellungszeiten zur Zündung des Kraftstoffes beim Starten von Dieselmotoren mit Glühkerzen. Die Abgasemissionen und der Motorverschleiß werden beim Kaltstart verringert, es tritt eine Komfortsteigerung durch die Verkürzung der Vorglühzeit ein.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens gemäß der dritten Lösung ist vorgesehen, daß man im Dauerbetrieb der Glühkerze die Heizleistung der Glühkerze dadurch regelt, daß man wiederholt die Temperatur der Glühwendel der Glühkerze bestimmt, mit der Solltemperatur vergleicht und die Heizleistung zum Erreichen der Solltemperatur auf einen der ermittelten Temperaturdifferenz entsprechenden Wert einstellt. Wie bereits im Zusammenhang mit der zweiten Lösung erläutert, kann die Einstellung der Heizleistung zum Erreichen der Solltemperatur dadurch erfolgen, daß der Wert der Heizleistung im Dauerbetrieb reduziert wird oder aber daß die Heizleistung getaktet zugeführt wird und die Länge der Taktintervalle der Temperaturdifferenz zwischen der Ist-Temperatur, d.h. der tatsächlichen Temperatur der Glühwendel, und der Solltemperatur entspricht.

Wird die Heizleistung der Glühkerze auch im Dauerbetrieb geregelt, so ist es dadurch möglich, auch während beliebiger Betriebszustände des Motors zusätzlich Glühvorgänge durchzuführen. Hierbei ist es von Vorteil, wenn man die Energiemengen, die bei einer bestimmten Ist-Temperatur zur Erreichung der Solltemperatur der Glühkerze zugeführt werden müssen, errechnet und anschließend die Heizleistung so lange

der Glühkerze zuführt, bis die Glühkerze die vorbestimmte Energiemenge aufgenommen hat. Dadurch werden Fahreigenschaften und Abgasemissionen verbessert, und es tritt eine Verringerung des Kraftstoffverbrauchs sowie eine Verschleißverminderung des Motors aufgrund der Optimierung der Verbrennung ein.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Verfahren ist vorgesehen, daß man zur Bestimmung der Temperatur der Glühwendel die Heizleistungszufuhr der Glühkerze kurzzeitig unterbricht.

Günstig ist es, wenn man die Heizleistungszufuhr bis zum Erreichen eines Temperaturgleichgewichts innerhalb der Glühwendel unterbricht.

Die Zeitspanne, bis sich nach einer Unterbrechung der Heizleistungszufuhr ein Temperaturgleichgewicht innerhalb der Glühkerze einstellt, ist abhängig vom jeweils zum Einsatz kommenden Glühkerzentyp. Bei einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Verfahren ist vorgesehen, daß man die Heizleistungszufuhr zur Bestimmung der Temperatur der Glühwendel für etwa 50 bis 60 msek unterbricht. Es hat sich herausgestellt, daß in vielen Fällen innerhalb einer derartigen Zeitspanne ein Temperaturgleichgewicht innerhalb der Glühwendel erzielt wird, so daß man vorteilhafterweise am Ende dieser Zeitspanne die Temperatur der Glühwendel bestimmt und zur Regelung der Heizleistung verwendet.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird außerdem durch eine Vorrichtung der eingangs genannten Art gelöst mit einer eine Glühwendel umfassenden Glühkerze, die elektrisch mit einer Versorgungseinheit verbunden ist zur Bereitstellung einer elektrischen Heizleistung für die Glühkerze, wobei die Heizleistung der Versorgungseinheit mittels eines Steuergeräts steuerbar ist.

Mit Hilfe der Versorgungseinheit wird die Glühkerze mit elektrischer Energie versorgt, wobei die Glühkerze in vorteilhafter Weise derart ausgestaltet sein kann, daß der Wert der elektrischen Spannung, mit der sie im Dauerbetrieb ohne Schädigung betrieben werden kann, die sogenannte Nennspannung, geringer ist als die Bordspannung, die beispielsweise im Kraftfahrzeug vorliegt. Dadurch ist es möglich, die Glühkerze während der Aufheizphase mit Hilfe der Versorgungseinheit mit der für den Dauerbetrieb der Glühkerze zu hohen Bordspannung zu betreiben und nach Ablauf der Aufheizphase die Versorgungsspannung der Glühkerze mit Hilfe des Steuergeräts auf den für den Dauerbetrieb der Glühkerze geeigneten Wert zu reduzieren.

Von Vorteil ist es, wenn die Temperatur der Glühwendel bestimmbar ist und das Steuergerät eine Regelungseinheit umfaßt, die die Heizleistung der Versorgungseinheit in Abhängigkeit von der Temperaturdifferenz zwischen der tatsächlich vorherrschenden Temperatur der Glühwendel und einer vorgegebenen Solltemperatur regelt.

Günstig ist es, wenn das Steuergerät eine Unterbrechereinheit umfaßt zur Bestimmung der Temperatur der Glühwendel, die die von der Versorgungseinheit der

Glühwendel zugeführte Heizleistung unterbricht.

Die Temperatur der Glühwendel kann dadurch bestimmt werden, daß die Steuereinheit eine den elektrischen Widerstand der Glühwendel bestimmende und aus dem Widerstandswert die Temperatur der Glühwendel errechnende Meßeinheit umfaßt.

Um einen vorteilhaften Schnellstart zu ermöglichen, kann vorgesehen sein, daß die Glühkerze als schnell aufheizende Stabglühkerze ausgebildet ist, welche von einem elektrischen Steuergerät dergestalt schnell aufgeheizt werden kann, daß sie bei gegebener Bordspannung einen bestimmten Strom für eine bemessene Zeit aufnehmen kann, so daß sie in kürzester Zeit eine die Kerze nicht schädigende Aufheizenergie aufnehmen kann, wobei es zur Aufbringung des großen Stromes vorteilhaft ist, die Nennspannung, d.h. die für den Dauerbetrieb der Kerze geeignete Spannung, an die diese angeschlossen werden kann, ohne daß es zu einer Schädigung der Glühkerze kommt, kleiner als die Bordnennspannung zu wählen, und daß nach Erreichen der für den Zündvorgang notwendigen Kerzentemperatur die Energiezufuhr vorteilhafterweise durch eine getaktete Stromversorgung bis zu ihrer Nenndauerleistung gedrosselt wird, so lange bis der Motor gestartet oder der Glühvorgang unterbrochen wird.

Von Vorteil ist es, wenn die Kerzentemperatur durch das Steuergerät stabilisiert wird durch Abfrage der Temperatur an der Glühkerzenspitze, so daß bei sinkender Temperatur (Schwachlastbetrieb des Motors) durch Zufuhr einer errechneten elektrischen Energiemenge (Zwischenglühen) die optimale Kerzentemperatur wieder erreicht wird, und diese Regelung während der gesamten Arbeitszeit des Motors erfolgt. Bei einer derartigen Ausgestaltung umfaßt die erfindungsgemäße Vorrichtung zusätzlich eine Recheneinheit, die in Abhängigkeit von der Temperaturdifferenz zwischen dem Ist-Wert und dem Soll-Wert der Temperatur der Glühwendel die zum Erreichen der Solltemperatur erforderliche Energiemenge errechnet.

Bei einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist vorgesehen, daß als Nennspannung der Kerzen eine kleinere Spannung als die Bordnennspannung gewählt wird, vorzugsweise eine Spannung, die ungefähr der Hälfte der Bordspannung entspricht.

Günstig ist es, wenn die Recheneinheit der erfindungsgemäßen Vorrichtung derart ausgestaltet ist, daß bei Startunterbrechung und Neustart nach kurzer Zeit durch Prüfen der Kerzentemperatur für den ersten Schnellstart-Heizimpuls die Energiemenge bzw. die Einwirkzeit neu berechnet und geregelt wird.

Es kann in vorteilhafter Weise vorgesehen sein, daß jeder Glühvorgang im Betrieb des Motors dadurch gekennzeichnet ist, daß jeweils die aktuelle Temperatur der Glühkerzenspitze gemessen und die für das Erreichen der Solltemperatur notwendige elektrische Energie mit Hilfe der Recheneinheit ermittelt wird.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfin-

dungsgemäßen Vorrichtung ist vorgesehen, daß eine Datenübermittlung des Glühkerzenzustands, insbesondere der Temperatur der Glühkerze, zwischen einer Motorsteuerung bzw. einem Motormanagement des Dieselmotors und dem Steuergerät erfolgt.

Günstig ist es, die Glühkerze derart auszugestalten, daß sie kurzzeitig die doppelte Nennspannung verkraften kann, ohne daß eine Schädigung der Glühkerze erfolgt.

Die nachfolgende Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung dient im Zusammenhang mit der Zeichnung der näheren Erläuterung.

Es zeigen:

- Figur 1: eine schematische Darstellung eines Steuergeräts zur Steuerung des Glühvorgangs der Glühkerzen eines Dieselmotors;
- Figur 2: ein Blockschaltbild des Steuergeräts aus Figur 1;
- Figur 3: den Verlauf der Glühkerzentemperatur und des zugeführten Heizstroms gemäß einer ersten Ausgestaltung der Ansteuerung der Glühkerze;
- Figur 4: eine vergrößerte Darstellung des Details A aus Figur 3 und
- Figur 5: den Verlauf der Glühkerzentemperatur und des zugeführten Heizstroms gemäß einer zweiten Ausgestaltung der Ansteuerung der Glühkerze.

In Figur 1 ist als Funktionsschaubild in schematischer Weise eine Anlage zur Steuerung des Glühvorgangs insbesondere beim Schnellstart von Dieselmotoren (Selbstzündler) mit regelbaren Glühkerzen zum Vorglühen beim Startvorgang dargestellt. Diese umfaßt eine mit ihrer negativen Elektrode an Masse (GND) angeschlossene Batterie, deren positive Elektrode mit einem Anschluß 29 eines Steuergeräts 32 verbunden ist. Das Steuergerät 32 umfaßt eine zentrale Steuereinheit in Form einer Micro-Controller-Steuerung sowie eine Stromüberwachung mit Leistungsendstufen, an die Anschlüsse G1, G2, G3, G4, G5 und G6 angeschlossen sind. Sowohl die Micro-Controller-Steuerung als auch die Stromüberwachung sind zur Spannungsversorgung an den Anschluß 29 angeschlossen. Die Micro-Controller-Steuerung ist außerdem über eine Leitung 12 mit der Stromüberwachung und über eine Leitung 14 unmittelbar mit den Leistungsendstufen verbunden. Außerdem ist die Micro-Controller-Steuerung über eine Leitung 16 mit einem Anschluß 31 verbunden, an den die gemeinsame Masse (GND) angeschlossen ist. Außerdem ist ein weiterer Anschluß DL vorgesehen, über den die Micro-Controller-Steuerung an eine in der Zeichnung nicht dargestellte Motorsteuerung oder an ein Motormanagement anschließbar

ist. An die Anschlüsse G1 bis G6 des Steuergeräts 32 sind Glühkerzen 20, 22, 24, 26, 28 und 30 angeschlossen, die außerdem mit der gemeinsamen Masse GND in Verbindung stehen.

Der Aufbau der Micro-Controller-Steuerung ergibt sich aus dem Blockschaltbild des Steuergeräts 32 in Figur 2. Die Micro-Controller-Steuerung umfaßt eine Stromversorgungseinheit, einen Mikroprozessor sowie eine Treiber- und Schutzschaltung. Der Mikroprozessor und die Treiber- und Schutzschaltung werden von der an den Anschluß 29 des Steuergeräts 32 angeschlossenen Stromversorgungseinheit mit elektrischer Energie versorgt. Die in Figur 1 schematisch als Anschluß DL dargestellte Verbindung zwischen Micro-Controller-Steuerung und Motorsteuerung oder Motormanagement erfolgt über ein Dateninterface. Hierbei kann beispielsweise eine Eindraht-Verbindung oder ein CAN-Bus verwendet werden.

Wie aus Figur 2 deutlich wird, ist für jede Glühkerze eine separate Leistungsendstufe vorgesehen. Um eine möglichst übersichtliche Darstellung zu erzielen, werden in Figur 2 nur vier Leistungsendstufen und nur zwei Glühkerzen 28, 30 dargestellt, tatsächlich werden jedoch ebenso viele Endstufen wie Glühkerzen eingesetzt. Die Endstufen stehen jeweils mit der Treiber- und Schutzschaltung der Micro-Controller-Steuerung in Verbindung sowie mit einer Strommeßeinheit, die ihrerseits an die Treiber- und Schutzschaltung sowie an den Anschluß 29 angeschlossen ist. Statt jeder Glühkerze eine separate Endstufe zuzuordnen, kann auch vorgesehen sein, 2 oder mehr Glühkerzen in einer Parallelschaltung zusammenzufassen und eine derart gebildete Glühkerzengruppe mit einer Endstufe zu verbinden.

Die Verbindungsleitungen zwischen den Leistungsendstufen und den Glühkerzen 20 bis 30 dienen zum einen dazu, die Glühkerzen mit elektrischer Energie zu versorgen. Zum anderen erfolgt über diese Leitungen die Bestimmung der einzelnen Widerstände und damit auch der Temperatur der Glühkerzen. Hierzu wird deren Energieversorgung kurzzeitig unterbrochen, und statt dessen wird an die Glühkerzen eine Prüfspannung angelegt und der durch die Glühwendel fließende Strom von der Strommeßeinheit gemessen. Dies erfolgt durch die Steuerung der Endstufen mittels der Treiber- und Schutzschaltung, die ihrerseits an den Mikroprozessor gekoppelt ist. Aus dem gemessenen Strom kann bei bekannter Prüfspannung in üblicher Weise der elektrische Widerstand der Glühwendel ermittelt werden, dem wiederum ein bestimmter Temperaturwert zugeordnet werden kann. Die derart bestimmte Ist-Temperatur wird mit der Soll-Temperatur der Glühkerze verglichen, und aus der Temperaturdifferenz wird vom Mikroprozessor die für das Erreichen der Soll-Temperatur erforderliche Heizleistung berechnet, die den Glühkerzen anschließend über die Endstufen zugeführt wird.

Durch wiederholte kurzzeitige Unterbrechung der Heizleistungszufuhr der Glühkerzen und Bestimmung der jeweiligen Ist-Temperatur ist es möglich, die Glüh-

kerzen innerhalb kurzer Zeit aufzuheizen und in stabilisierter Weise auf einer Soll-Temperatur zu halten. Die Heizleistungszufuhr wird jeweils für die Dauer von etwa 55 ms unterbrochen, so daß sich innerhalb der Glühkerze ein Temperaturgleichgewicht einstellt. Die Strommessung zur Bestimmung des Widerstands und damit auch der Temperatur der Glühkerze erfolgt am Ende des Unterbrechungsintervalls, wobei die Meßzeit ca. 20  $\mu$ s beträgt und bei einem Strommeßbereich von bis zu 200 Amp eine kleinste meßbare Auflösung von etwa 1 Amp erzielt wird.

Die Ansteuerung der Glühkerzen mittels des voranstehend beschriebenen Steuergeräts 32 kann dergestalt erfolgen, daß der zugeführte Heizstrom der jeweiligen Temperaturdifferenz zwischen Ist- und Soll-Temperatur entspricht. Der sich daraus ergebende Temperatur- und Heizstromverlauf ist in Figur 3 dargestellt. Diese zeigt in einem oberen Diagramm den Verlauf der sich einstellenden Glühkerzentemperatur T in Abhängigkeit von der Zeit t, wobei sich die Glühkerzentemperatur T aufgrund des der Glühkerze zugeführten Heizstromes I ändert, dessen Verlauf, ebenfalls in Abhängigkeit von der Zeit t, in Figur 3 in einem unteren Diagramm dargestellt ist. Der in der jeweiligen Leistungsendstufe zugeordneten Glühkerze wird zunächst ein hoher Heizstrom I zugeführt, so daß sich die Glühkerze beträchtlich aufheizt. Mit zunehmender Ist-Temperatur wird die Heizstromzufuhr reduziert. Dies hat zur Folge, daß sich die Ist-Temperatur der Soll-Temperatur der Glühkerze allmählich annähert. Wie bereits erwähnt, erfolgt die Bestimmung der Ist-Temperatur dadurch, daß die Heizleistungszufuhr, d.h. im vorliegenden Fall die Zufuhr des entsprechenden Heizstroms, kurzzeitig unterbrochen und der Widerstand der Glühwendel bestimmt wird. Die in regelmäßigen Abständen erfolgende Unterbrechung der Heizstromzufuhr ist vergrößert in Figur 4 dargestellt, die ebenfalls den Verlauf des Heizstroms I in Abhängigkeit von der Zeit t zeigt. Die Figur 4 zeigt eine vergrößerte Darstellung des in Figur 3 strichpunktiert gezeichneten Details A. Die Messung des Widerstands und damit auch der Glühkerzentemperatur erfolgt jeweils am Ende des Unterbrechungsintervalls und ist in Figur 4 durch die Pfeile 50 symbolisiert.

Bei der in Figur 3 dargestellten Ausgestaltung der Ansteuerung der Glühkerzen wird die Amplitude des Heizstroms I entsprechend der Temperaturdifferenz zwischen Ist- und Soll-Temperatur der Glühkerze verringert. Eine alternative Ansteuerungsmöglichkeit der Glühkerzen mittels des Steuergeräts 32 ist aus Figur 5 ersichtlich. Figur 5 zeigt in einem oberen Diagramm den sich einstellenden Verlauf der Glühkerzentemperatur T in Abhängigkeit von der Zeit t, der sich ergibt, wenn die Glühkerze entsprechend der in einem unteren Diagramm in der Figur 5 dargestellten Ansteuerung angesteuert wird. Das untere Diagramm zeigt die Glühkerzenansteuerung, d.h. den Verlauf des Glühkerzenstroms, in Abhängigkeit von der Zeit t. Wie ersichtlich, wird der der jeweiligen Endstufe zugeordneten

Glühkerze während einer durch den Doppelpfeil 55 verdeutlichten Aufheizphase gleichbleibend ein Heizstrom mit maximaler Amplitude zugeführt, so daß sich die Glühkerze, wie aus dem oberen Diagramm der Figur 5 ersichtlich, sehr schnell aufheizt. Nach Erreichen der Soll-Temperatur wird die Temperatur der Glühkerze während der sich anschließenden Haltephase, die durch den Doppelpfeil 60 verdeutlicht ist, konstant gehalten. Hierzu wird die Glühkerze getaktet angesteuert, d.h. der Heizstrom wird regelmäßig unterbrochen, so daß der Glühkerze insgesamt über die Zeit integriert eine geringere Heizleistung zugeführt wird. Auf diese Weise kann die Glühkerze während der Aufheizphase mit einer sehr hohen Heizleistung versorgt werden, der sie im Dauerbetrieb nicht standhalten würde, deren Zuführung jedoch eine sehr schnelle Aufheizung auf die Soll-Temperatur zur Folge hat. Nach Erreichen der Soll-Temperatur wird die zugeführte Heizleistung auf einen Wert reduziert, der ausreichend ist, um die Temperatur der Glühkerze auf Soll-Temperatur zu halten, so daß eine Zerstörung der Glühkerze nicht zu befürchten ist.

Die Aufheizphase und das anschließende Halten der Temperatur sind nicht auf den Startvorgang des Dieselmotors oder auf eine maximale Glühkerzentemperatur beschränkt, sondern können auch zum sogenannten Zwischenglühen bei laufendem Motor und bei einer durch die Dieselmotorsteuerung ermittelten Glühkerzentemperatur angewendet werden.

Um festzustellen, ob die Glühkerze bereits ihre Soll-Temperatur erreicht hat, kann auch bei der in Figur 5 dargestellten Ausführungsform der Ansteuerung die Heizstromzufuhr regelmäßig für eine Dauer von ca. 55 ms unterbrochen und am Ende des Unterbrechungsintervalls eine Temperaturbestimmung durchgeführt werden, wie dies unter Bezugnahme auf die Figuren 3 und 4 bereits erläutert wurde. Eine entsprechende Temperaturbestimmung kann sowohl während der Aufheizphase 55 als auch während der Haltephase 60 erfolgen. Hat die der jeweiligen Endstufe zugeordnete Glühkerze noch nicht ihre Soll-Temperatur erreicht, so wird die entsprechende Endstufe über die Treiber- und Schutzschaltung vom Mikroprozessor derart angesteuert, daß der Glühkerze gleichbleibend ein Heizstrom mit maximaler Amplitude zugeführt wird. Nach Erreichen der Soll-Temperatur wird der Heizstrom nur noch getaktet, d.h. mit Unterbrechungen zugeführt, wie dies aus dem unteren Diagramm der Figur 5 deutlich wird. Die Dauer der Unterbrechungszeiten, d.h. das Verhältnis der Ein/Ausschaltzeiten der Endstufen kann vom Mikroprozessor durch Vergleich der Ist-Temperatur mit der Soll-Temperatur der jeweiligen Glühkerze errechnet werden.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung des Glühvorgangs einer Glühkerze eines Dieselmotors, dadurch gekennzeichnet, daß man der Glühkerze zunächst während einer Aufheizphase eine elektrische Aufheizleistung zuführt, deren Betrag höher ist als

- die Dauerleistung, die der Glühkerze im Dauerbetrieb ohne Schädigung zugeführt werden kann, wobei man die Dauer der Aufheizphase so bemißt, daß keine Schädigung der Glühkerze erfolgt, und daß man nach Ablauf der Aufheizphase die Glühkerze mit einer Leistung betreibt, die maximal der Dauerleistung entspricht. 5
2. Verfahren zur Steuerung des Glühvorgangs einer Glühkerze eines Dieselmotors, dadurch gekennzeichnet, daß man die Heizleistung der Glühkerze dadurch regelt, daß man die Temperatur einer Glühwendel der Glühkerze bestimmt, mit einer Solltemperatur vergleicht und die Heizleistung zum Erreichen der Solltemperatur auf einen der ermittelten Temperaturdifferenz entsprechenden Wert einstellt. 10 15
3. Verfahren zur Steuerung des Glühvorgangs einer Glühkerze eines Dieselmotors, dadurch gekennzeichnet, daß man die Glühkerze zunächst während einer Aufheizphase so lange mit einer Aufheizleistung betreibt, die höher ist als die der Glühkerze im Dauerbetrieb ohne Schädigung zuführende Dauerleistung, bis man durch Bestimmung der Temperatur einer Glühwendel der Glühkerze festgestellt hat, daß eine Solltemperatur erreicht wurde, und daß man anschließend die Glühkerze mit einer Leistung betreibt, die maximal der im Dauerbetrieb verträglichen Leistung entspricht. 20 25 30
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß man im Dauerbetrieb der Glühkerze die Heizleistung der Glühkerze dadurch regelt, daß man die Temperatur der Glühwendel der Glühkerze bestimmt, mit der Solltemperatur vergleicht und die Heizleistung zum Erreichen der Solltemperatur auf einen der ermittelten Temperaturdifferenz entsprechenden Wert einstellt. 35 40
5. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß man zur Bestimmung der Temperatur der Glühwendel die Heizleistungszufuhr der Glühkerze kurzzeitig unterbricht. 45
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß man die Heizleistungszufuhr praktisch bis zum Erreichen eines Temperaturngleichgewichts innerhalb der Glühwendel unterbricht. 50
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß man die Heizleistungszufuhr für etwa 50 bis 60 msek unterbricht. 55
8. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7 mit einer eine Glühwendel umfassenden Glühkerze, die mit einer elektrischen Versorgungseinheit verbunden ist zur Bereitstellung einer elektrischen Heizleistung für die Glühkerze, wobei die Heizleistung der Versorgungseinheit mittels eines Steuergeräts steuerbar ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur der Glühwendel bestimmbar ist und daß das Steuergerät eine Regelungseinheit umfaßt, die die Heizleistung der Versorgungseinheit in Abhängigkeit von der Temperaturdifferenz zwischen der tatsächlich vorherrschenden Temperatur der Glühwendel und einer vorgegebenen Solltemperatur regelt.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuergerät eine Unterbrechereinheit umfaßt, die zur Bestimmung der Temperatur der Glühwendel die von der Versorgungseinheit der Glühwendel zugeführte Heizleistung unterbricht.
11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinheit eine den elektrischen Widerstand der Glühwendel bestimmende und aus dem Widerstandswert die Temperatur der Glühwendel errechnende Meßeinheit umfaßt.
12. Anlage zur Steuerung des Glühvorgangs, besonders beim Schnellstart von Dieselmotoren (Selbstzündler) mit regelbaren Glühkerzen zum Vorglühen beim Startvorgang, insbesondere nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ermöglichung eines vorteilhaften Schnellstarts die Glühkerzen als schnell aufheizende Stabglühkerzen ausgebildet sind, welche von einem elektrischen Steuergerät dergestalt schnell aufgeheizt werden können, daß sie bei gegebener Bordspannung einen bestimmten Strom für eine bemessene Zeit aufnehmen können, so daß sie in kürzester Zeit eine die Kerzen noch nicht schädigende Aufheizenergie aufnehmen können, wobei es zur Aufbringung des großen Stroms zweckmäßig ist, die Nennspannung der Kerzen kleiner als die Bordnennspannung zu wählen, und daß nach Erreichen der für den Zündvorgang notwendigen Kerzentemperatur die Energiezufuhr vorteilhafterweise durch eine getaktete Stromversorgung bis zu ihrer Nenndauerleistung gedrosselt wird, so lange bis der Motor gestartet und der Glühvorgang unterbrochen wird.
13. Anlage nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Kerzentemperatur über das Steuergerät stabilisierbar ist durch Abfrage der Temperaturen an der Glühkerzenspitze, so daß bei sinkender Temperatur (Schwachlastbetrieb des Motors) durch Zufuhr einer errechneten elektrischen Energiemenge (Zwischenglühen) die opti-

male Kerzentemperatur wieder erreichbar ist, wobei diese Regelung bevorzugt während der gesamten Arbeitszeit des Motors erfolgt.

14. Anlage nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Nennspannung zur Erreichung der Nennleistung der Glühkerzen kleiner als die vorhandene Bordnennspannung ist, vorzugsweise etwa die Hälfte der vorhandenen Bordnennspannung beträgt. 5  
10
15. Anlage nach Anspruch 12, 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß bei Startunterbrechung und Neustart nach kurzer Zeit durch Prüfen der Kerzentemperatur die Energiemenge bzw. die Einwirkzeit für den ersten Schnellstart-Heizimpuls neu berechenbar und regelbar ist. 15
16. Anlage nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Glühvorgang in Betrieb des Motors dadurch gekennzeichnet ist, daß die aktuelle Temperatur der Glühkerzenspitze meßbar und die für das Erreichen der Solltemperatur notwendige elektrische Energie ermittelbar ist. 20  
25
17. Anlage nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß eine Datenübermittlung des Glühkerzenzustands (einschließlich einer Temperatúrauswertung) zwischen einer Motorssteuerung bzw. einem Motormanagement und der Anlage zur Steuerung des Glühvorgangs vorgesehen ist. 30
18. Anlage nach einem der Ansprüche 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Glühkerzen nach einem besonderen Verfahren hergestellt sind, so daß sie kurzzeitig die doppelte Nennspannung verkraften, ohne daß eine Schädigung der Kerzen eintritt. 35  
40

45

50

55

FIG.1

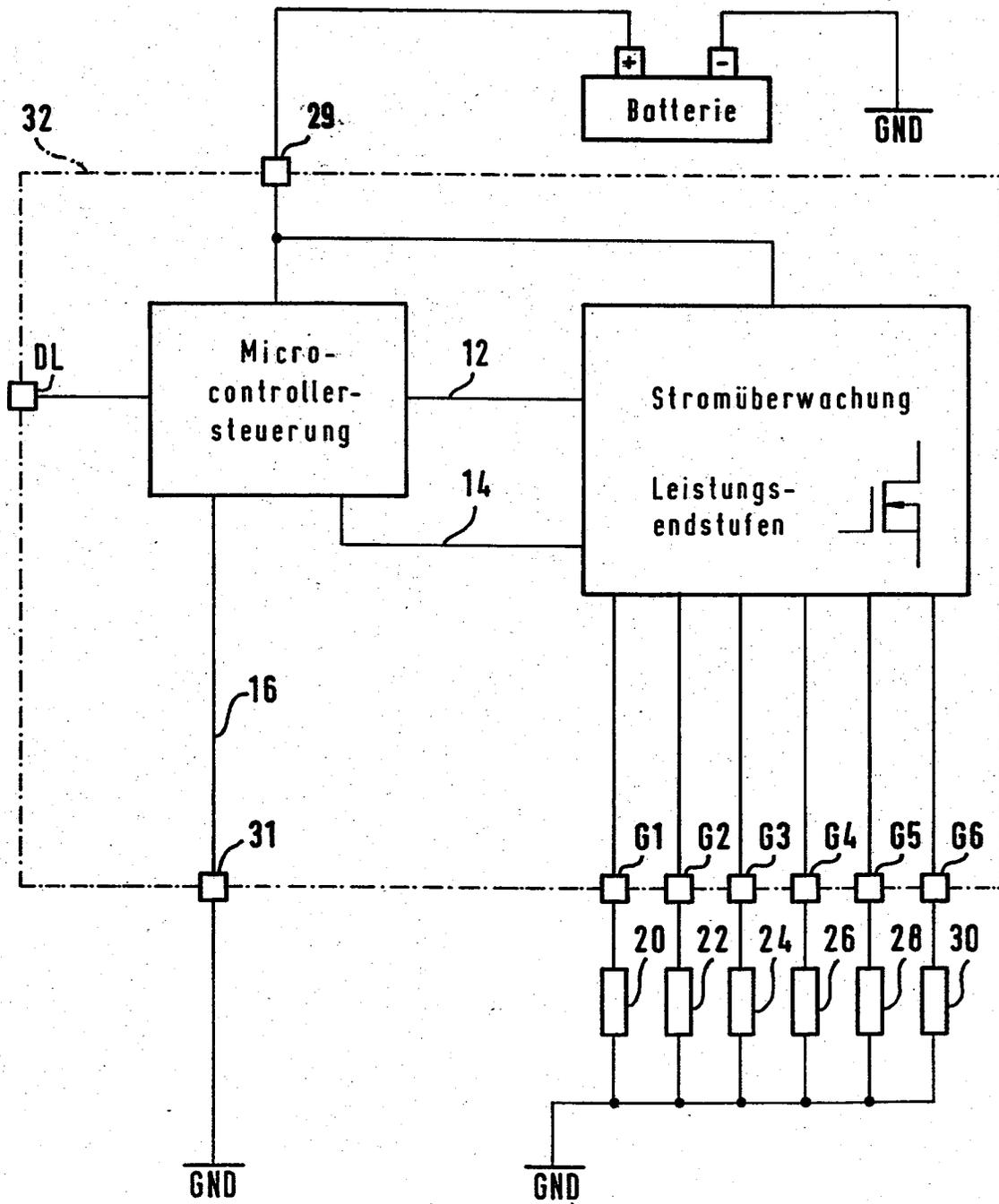


FIG. 2

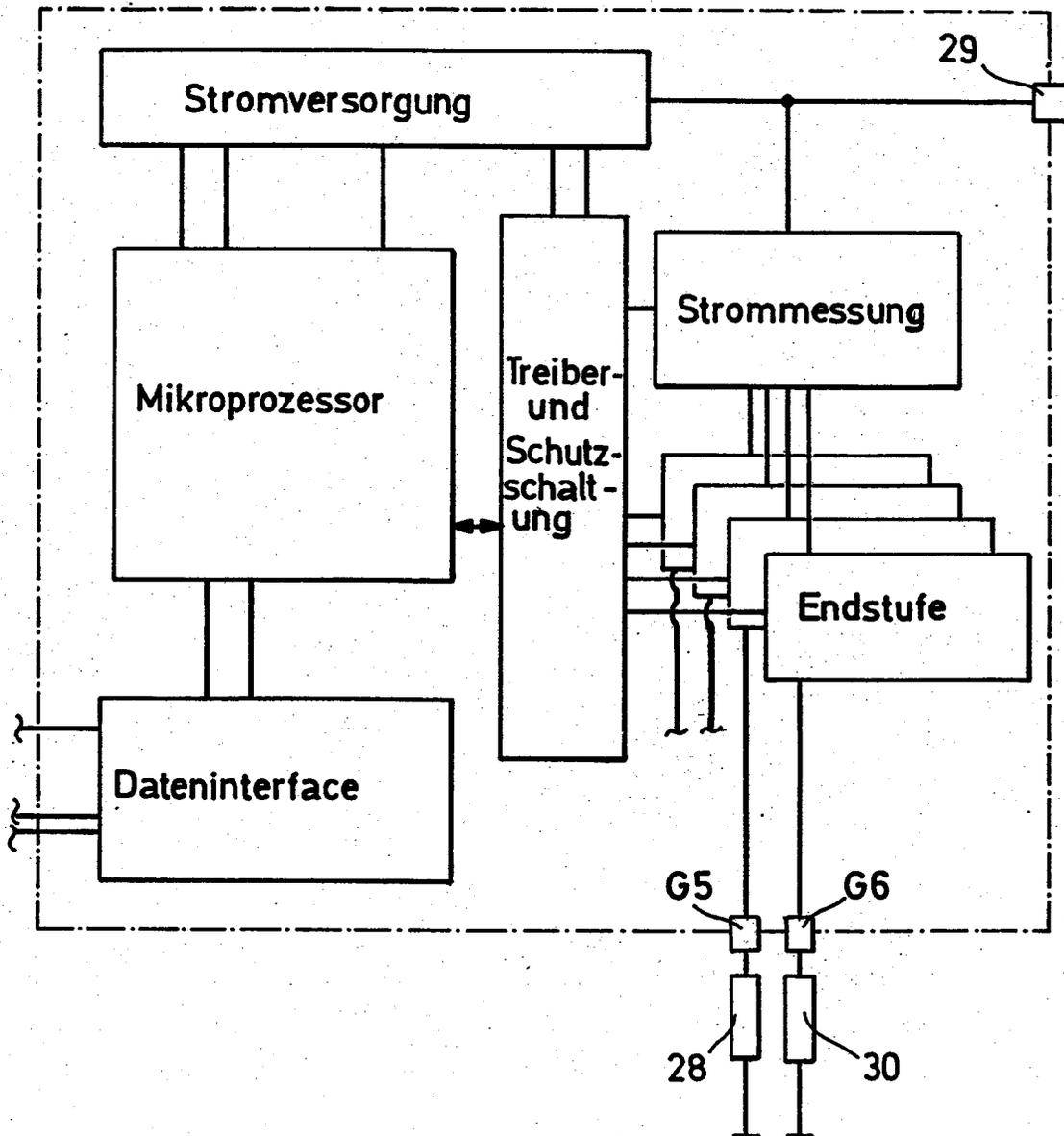


FIG.3

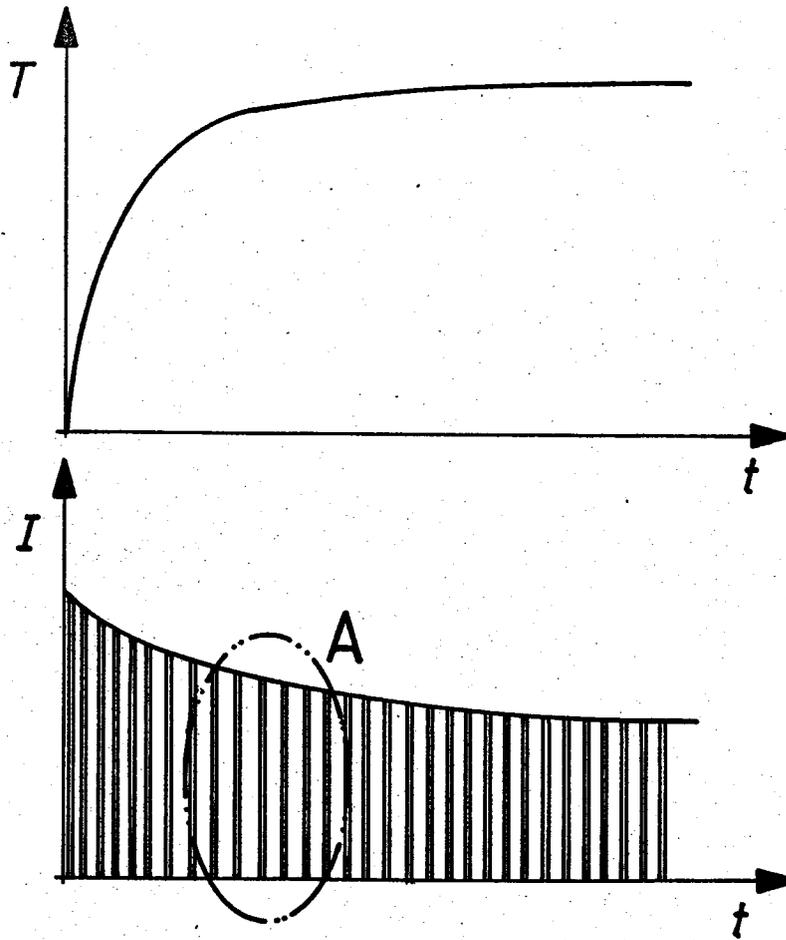


FIG.4

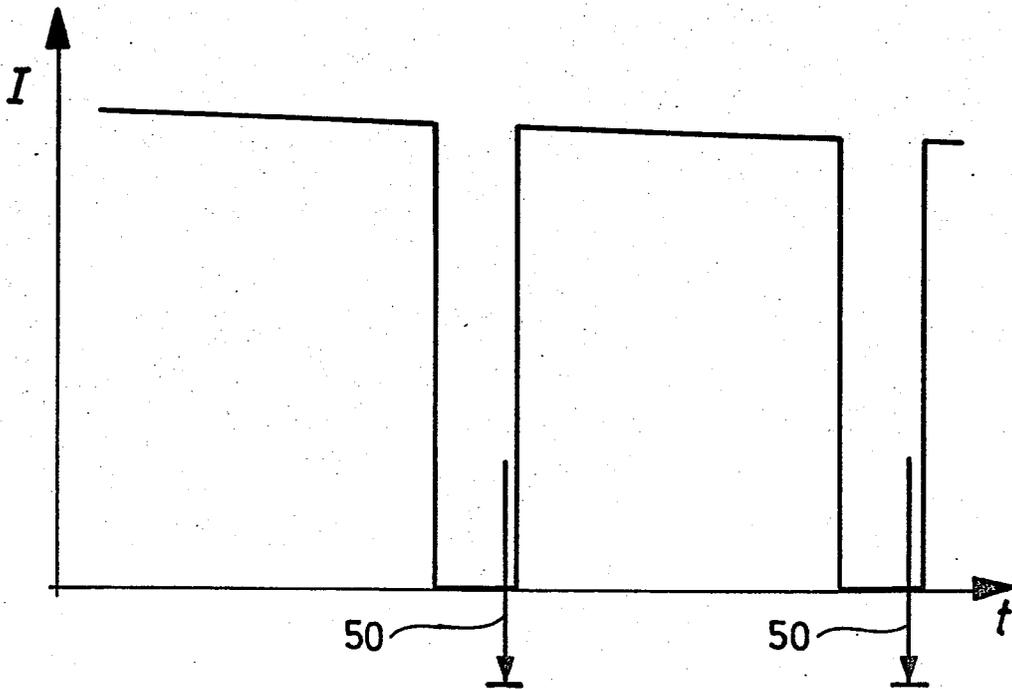


FIG. 5

