

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 305 736
A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 88112180.0

(51) Int. Cl.4: F02P 19/02 , F02D 41/24

(22) Anmeldetag: 28.07.88

(30) Priorität: 04.09.87 DE 3729638

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.03.89 Patentblatt 89/10(94) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT(71) Anmelder: ROBERT BOSCH GMBH
Postfach 10 60 50
D-7000 Stuttgart 10(DE)

(72) Erfinder: Arnold, Brigitte, Dipl.-Ing.
Cheruserstrasse 33
D-7000 Stuttgart 40(DE)
Erfinder: Bauer, Hans-Peter, Dr., Dipl.-Phys.
Gebersheimer Weg 28
D-7257 Ditzingen(DE)
Erfinder: Berger, Joachim, Dipl.-Ing.
Thomastrasse 5
D-7064 Remshalden(DE)
Erfinder: Wessel, Wolf, Ing.-grad.
Mühlstrasse 27
D-7141 Oberriexingen(DE)

(54) Verfahren zur Ansteuerung von Glühkerzen einer selbstzündenden Brennkraftmaschine.

(57) Es wird ein Verfahren zur Ansteuerung von Glühkerzen einer selbstzündenden Brennkraftmaschine mittels einer zwischen einer elektronischen Motorsteuerung (MS) und einem Glühzeitsteuergerät angeordneten Schnittstelle (1) vorgeschlagen, bei dem einzelne, untereinander entkoppelte Glühvorgänge unterschieden werden. Dabei wird die Leistungszufuhr zu den Glühkerzen bei den Glühvorgängen unter Verwendung der in der Motorsteuerung vorhandenen Informationen gesteuert.

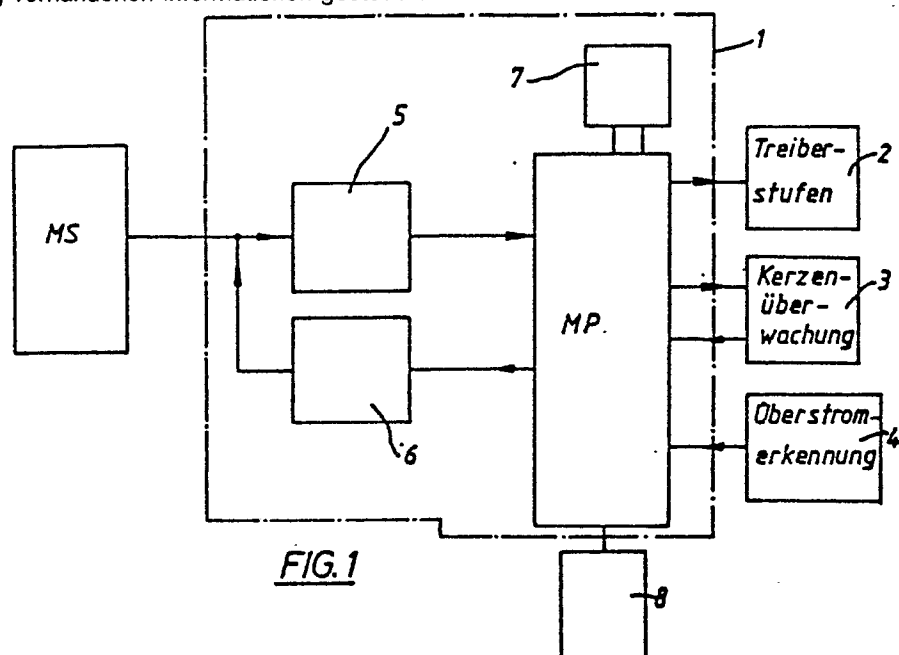


FIG. 1

Verfahren zur Ansteuerung von Glühkerzen einer selbstzündenden Brennkraftmaschine

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Ansteuerung von Glühkerzen einer selbstzündenden Brennkraftmaschine nach der Gattung des Hauptanspruchs.

Ein solches Verfahren ist in der deutschen Patentanmeldung P 36 24 664 beschrieben. Danach ist es bekannt, Glühkerzen eines Dieselmotors mit einem von der Batteriespannung abhängigen Tastverhältnis anzusteuern. Nachteil dieses Verfahrens ist es, daß die Auswahl der bei der Ansteuerung der Glühkerzen verwendeten Parameter bzw. Informationen beschränkt ist.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß bei der Ansteuerung der Glühkerzen sämtliche, relevante in der Motorsteuerung (EDC) vorhandenen Daten berücksichtigt werden. Dadurch kann die den Glühkerzen zugeführte Leistung und damit deren Betriebstemperatur optimal eingestellt werden. Besonders vorteilhaft ist es, daß verschiedene Glühvorgänge unterschieden werden können, die sich gegenseitig nicht beeinflussen.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Verfahrens möglich. Besonders vorteilhaft ist es, daß der Tastgrad bei der Ansteuerung der Glühkerzen einfach an Änderungen der Bordnetzspannung angepaßt werden kann.

Zeichnung

Eine Ausführungsform des Verfahrens wird anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein Blockschaltbild einer Motorsteuerung mit einer Schnittstelle;

Figur 2 ein bei der Ansteuerung der Glühkerzen als Steuerbefehl dienendes Datenwort;

Figur 3 zwei Impulsdigramme von Datenbits und

Figur 4 eine Tabelle zur Erläuterung von Datenworten.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Ansteuerung von Glühkerzen wird eine Schnittstelle verwendet, die zwischen einer elektronischen Motorsteuerung, z.B. einem elektronischen Diesel-Steuergerät (EDC) und einer Glühanlage bzw. einem Glühzeitsteuergerät einer Brennkraftmaschine angeordnet ist.

In Figur 1 ist ein Blockschaltbild einer Motorsteuerung MS mit einer Schnittstelle 1 sowie einer Glühanlage dargestellt, von der zur besseren Übersichtlichkeit hier lediglich den Glühkerzen zugeordnete Treiberstufen 2, eine Glühkerzenüberwachung 3 und eine Überstromerkennung 4 abgebildet sind. Die Treiberstufen 2 dienen der Ansteuerung mehrerer Glühkerzen, ggf. auch der Ansteuerung einer oder mehrerer als Kontrollampe ausgebildeter Glühkerzenkontrollanzeigen.

Die Schnittstelle 1 weist einen Mikroprozessor MP auf, der die Treiberstufen 2 ansteuert und der mit der Glühkerzenüberwachung 3 sowie der Überstromerkennung 4 verbunden ist. Außerdem ist die Schnittstelle auf der Eingangsseite mit einem Pegelumsetzer 5 versehen, mit dem das von der Motorsteuerung MS abgegebene Datenwort auf die für den Mikroprozessor MP notwendigen Pegel umgesetzt wird. Im Pegelumsetzer 5 kann auch ein Eingangsfilter enthalten sein, mit dem unerwünschte Störsignale eliminiert werden können. Entsprechend ist für die Übertragung von Datenworten vom Mikroprozessor MP zur Motorsteuerung MS ein Rückumsetzer 6 vorgesehen, der eine geeignete Pegelanpassung vornimmt. Schließlich sind an den Mikroprozessor MP ein Taktgenerator 7 und eine Schalteinrichtung 8 angeschlossen, mit der der Mikroprozessor ein- und ausschaltbar sowie rücksetzbar ist.

Zur Ansteuerung der Glühkerzen wird von der Motorsteuerung MS ein Datenwort, wie es in Figur 2 dargestellt ist, seriell zur Schnittstelle 1 übertragen. Das Datenwort weist ein Startbit auf, welches den Beginn des Datenworts anzeigt und ein das Ende des Datenworts anzeigendes Stopbit. Zwischen Start- und

Stopbit liegen 8 Datenbits D0 bis D7. Durch D0 bis D4 wird, wie sich aus Figur 4 ergibt, der Tastgrad mit einer Auflösung von ca. 3% bestimmt. Durch das Datenbit D5 ist beispielsweise eine hier nicht dargestellte Vorglühkontrolllampe L1 ansteuerbar. Durch das Datenbit D6 kann ein Diagnoseabruf erfolgen. D7 kann für weitere Sonderaufgaben, beispielsweise für die Ansteuerung einer zweiten Lampe L2 vorgesehen werden.

5 Die Lampe L2 wird beispielsweise bei Startbereitschaft angesteuert.

Für die Aussage der Datenbits D5 und D6 gilt folgendes: Nimmt D5 den logischen Wert "1" an, so wird die Vorglühkontrolllampe ein-, ansonsten ausgeschaltet. Entsprechend wird für den Fall, daß D6 den logischen Wert "1" annimmt, eine Diagnose angefordert.

Jedes der 8 Datenbits kann einen in Figur 3 dargestellten Impulsverlauf haben, wobei der obere
10 Impulsverlauf mit einer Impulsdauer von $T/8$ eine logische "0" und der untere Impulsverlauf mit der Impulsdauer $T/2$ eine logische "1" repräsentiert. Dadurch, daß auch bei der logischen "0" ein Impuls übertragen wird, kann jedes der Datenbits gleichzeitig als Synchronisierbit verwendet werden.

Um ein Datenwort zu übertragen, sind im vorliegenden Fall 64 ms für die Datenbits D0 bis D7 und je 1 ms für das Start- und Stopbit erforderlich. Die Übertragung des Datenworts von der Motorsteuerung MS an
15 das Glühzeitsteuergerät (GZS) erfolgt vorzugsweise alle 200 bis 300 ms.

Es wird im folgenden davon ausgegangen, daß zur Ansteuerung der Glühkerzen zwei von den Treiberstufen angesteuerte, hier nicht dargestellte Relais R1 und R2 vorgesehen sind, wobei das Relais R1 als Hauptrelais für die Stromzufuhr und das Relais R2 der Überbrückung eines den Glühkerzen vorgeschalteten Vorwiderstands dient. Bei der Ansteuerung der Glühkerzen wird der Tastgrad dadurch variiert, daß die
20 Einschaltdauer des Relais R2 verändert wird, während das Relais R1 kontinuierlich eingeschaltet bzw. erregt bleibt.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird im folgenden anhand der Figuren näher erläutert:

Der Glühanlage bzw. dem Glühzeitsteuergerät stehen während des Betriebs eines Kraftfahrzeugs die in der Motorsteuerung vorhandenen Daten wie z.B. Bordnetzspannung, Motortemperatur, Kraftstoffeinspritzmenge usw. zur Verfügung; sie können optimal zur Ansteuerung der Glühkerzen verwendet werden.
25 Aufgrund der Daten lassen sich bei diesen Verfahren auch einzelne voneinander unabhängige bzw. untereinander entkoppelte Glühvorgänge unterscheiden, vorzugsweise Vorglühen, Glühen, Nachglühen und Zwischenglühen.

Vor Beginn eines Glühvorgangs wird die Bordnetz- oder Batteriespannung U_{Batt} erfaßt und dieser
30 Spannungswert mit einem vorgegebenen Parameter U_{GLmax} verglichen. Um zu vermeiden, daß die Glühkerzen überlastet werden, wird bei einer zu hohen Bordnetzspannung, nämlich bei Spannungen oberhalb des Wertes U_{GLmax} kein Glühvorgang eingeleitet.

Auf die einzelnen Glühvorgänge soll chronologisch eingegangen werden:

Nachdem festgestellt wurde, daß die Bordnetzspannung einen vorgegebenen Wert nicht überschreitet,
35 wird nach Einschalten der Steuergeräte-Versorgungsspannung zunächst für eine Vorglühzeit T_V ein Vorglühvorgang eingeleitet, bei dem sowohl das Relais R1 als auch das Relais R2 ständig angezogen sind. Die Vorglühzeit T_V ist eine Funktion der Motortemperatur T_M und der Batteriespannung U_{Batt} . Diese Funktion ist in einem dreidimensionalen Kennfeld abgelegt.

Der Vorglühvorgang wird beendet, wenn die Vorglühzeit T_V abgelaufen ist.

40 Während des Vorglühens wird die Drehzahl der Brennkraftmaschine erfaßt und der Vorglühvorgang auch vor Ablauf der Vorglühzeit beendet, wenn die sog. Startabwurf-drehzahl erreicht ist.

Während des Vorglühens wird die den Vorglühvorgang anzeigende Kontrolllampe L1 angesteuert bzw. eingeschaltet. Sie wird wieder abgeschaltet, wenn die Vorglühzeit T_V abgelaufen ist, oder wenn eine bestimmte Motor-Startdrehzahl N_{St} von beispielsweise 800 U/min für eine Zeit T_{VSt} von z.B. 10 s
45 überschritten ist.

Nach Ablauf der Vorglühzeit T_V schließt sich an den Vorglühvorgang für längstens eine Sicherheitsglühzeit T_S ein Glühvorgang an, bei dem die den Kerzen zugeführte Leistung dadurch begrenzt wird, daß das Relais R2 mit einer festen im Glühzeitsteuergerät vorgegebenen Periodendauer T_p und mit einem in der Motorsteuerung (EDC) zu bestimmenden Tastgrad T_G getaktet wird. Dagegen bleibt R1 während der
50 Sicherheitsglühzeit T_S voll angezogen.

In der Motorsteuerung ist ein Tastgrad T_{G1} abgelegt, der nur während der vorgegebenen Periodendauer T_p beibehalten wird. Er wurde durch Versuche bei der üblichen Batteriespannung U_{Batt1} ermittelt. Er ist als Funktion der Kraftstoff-Einspritzmenge M_E und der Motordrehzahl N in einem Kennfeld gespeichert.

55 Bei beliebigen von U_{Batt1} abweichenden Spannungen U_{Batt} erfolgt nach Ablauf der Periodendauer T_p eine Korrektur des Tastgrads gemäß folgender Gleichung:

$$T_G = T_{G1} (U_{Batt1}/U_{Batt})^2 - \frac{R_V^2}{R_V^2 + 2R_V \cdot R_K},$$

wobei mit R_V der Vorwiderstand und mit R_K der Kerzenwiderstand bezeichnet wird.

Es ist festzuhalten, daß der auf diese Weise ermittelte Tastgrad T_G nur für die bei der Messung von T_{G1} vorgegebenen Periodendauer T_p gültig ist.

Der Glühvorgang wird beendet, wenn entweder die Sicherheitsglühzeit T_S abgelaufen ist, oder der Motor die Startwurfdrehzahl erreicht hat.

Wird entweder beim Vorglühen oder beim Glühen die Startabwurfdrehzahl erreicht, so wird ein Nachglühvorgang eingeleitet, der während einer Nachglühzeit T_M aufrecht erhalten wird. Die Nachglühzeit ist eine Funktion der Motortemperatur T_M und wird durch eine Kennlinie $T_M = f(T_M)$ dargestellt.

Wie beim Glühvorgang werden die zulässige der Kerze zugeführte Leistung P_{KE} und der Tastgrad T_G aus dem Kennfeld $T_G = f(M_E, N)$ und aus der Spannungskorrektur ermittelt. Auch während des Nachglühens ist das Relais R1 dauernd angezogen, während das Relais R2 getaktet betrieben wird.

Die den Kerzen zugeführte Leistung ist abhängig von der Motor- bzw. Brennraumtemperatur. Bei höherer Belastung des Motors und daraus resultierender höherer Temperatur werden die Kerzen kürzer eingeschaltet, d.h. die Energiezufuhr wird reduziert. Dadurch werden termische Überlastungen vermieden. Da die Temperatur des Brennraums beim Gasgeben nicht abrupt steigen kann, braucht die den Kerzen zugeführte Energie nicht sofort zurückgenommen werden. Sie wird vielmehr mit einer Verzögerung - entsprechend der langsam steigenden Brennraumtemperatur - zurückgenommen.

Das Umgekehrte gilt für die Gasrücknahme, also für die Reduzierung der Kraftstoff-Einspritzmenge: Die Temperatur des Brennraums sinkt bei abnehmender Last allmählich; die Energiezufuhr zu den Kerzen nimmt also bei Lastreduktion mit einer gewissen Verzögerung zu.

Daraus folgt, daß der tatsächlich realisierte, von der Motorsteuerung MS an die Schnittstelle 1 übermittelte Tastgrad T_G^* dem ermittelten Tastgrad T_G mit einer gewissen Verzögerung, hier einer Verzögerung erster Ordnung folgt. Diese Verzögerungszeit wird mit T_{VG} bezeichnet und liegt im Bereich von beispielsweise 1 bis 3 s.

Schließlich kann noch ein weiterer Glühvorgang unterschieden werden: Das Zwischenglühen. Dieser Vorgang wird bei Leerlauf des Motors, also bei Unterschreiten einer vorgegebenen Drehzahl N_{Sch} bzw. einer vorgegebenen Einspritzmenge M_{Sch} , und bei kaltem Motor, nämlich wenn die Motortemperatur T_M einen vorgegebenen Temperaturwert T_{MSch} unterschreitet, eingeleitet. Dabei wird das Relais R1 kontinuierlich angezogen und das Relais R2 mit einem festen Tastgrad T_{GZ} bei einer Periodendauer T_p getaktet. Die Periodendauer ist aus dem obenbeschriebenen Glühvorgang bekannt.

Auch hier wird - wie beim Glühen und Nachglühen - eine Spannungskorrektur des Tastgrads vorgenommen. Der beim Zwischenglühen anhand der Spannungskorrektur ermittelte Tastgrad wird mit dem beim Nachglühen erforderlichen Tastgrad verglichen und der größere der beiden Werte verwendet (Maximalwertauswahl).

Aus Figur 4 ergibt sich, daß immer dann eine Diagnose angefordert wird, wenn die Datenbits D0 bis D4 alle den Wert "0" annehmen, also dann, wenn die Relais R1 und R2 nicht angezogen sind. Die Motorsteuerung stellt auf diese Weise vor der Vorglühzeit T_V und der Nachglühzeit T_N Diagnoseaufforderungen an das Glühzeitsteuergerät. Unabhängig davon kann über das Datenbit D6 eine Diagnoseaufforderung erfolgen.

Das hier beschriebene Verfahren ist so ausgelegt, daß jede Diagnoseaufforderung der Motorsteuerung MS an das Glühzeitsteuergerät beantwortet werden muß. Nach der Diagnoseaufforderung sendet die Motorsteuerung eine logische "1". Als Antwort auf diese Aufforderung wird in dem Glühzeitsteuergerät die zur Motorsteuerung führende Übertragungsleitung zeitlich begrenzt auf Nullpotential gelegt. Die Motorsteuerung wertet die Zeiten aus, während denen die Übertragungsleitung auf Nullpotential liegt. Aus der folgenden Tabelle ist ersichtlich, daß zwei Fälle unterschieden werden können: Motorsteuerung unterscheidet die von der Glühzeitsteuerung zurückgemeldeten Fehler oder nicht. Die beiden Fälle sind in der Tabelle durch eine doppelte, gestrichelte horizontale Linie unterschieden.

		Zeitliche Begrenzung	Bedeutung
5	Keine Unterscheidung der zurückgemeldeten Fehler	3 ms	kein Fehler im GZS
		<1 ms oder >6 ms	Defekt im GZS
10	zurückgemeldete Fehler werden unterschieden	<1 ms	Leitung unterbrochen
		1,5 ms	kein Fehler im GZS
		3 ms	Eine oder mehrere Glühstiftkerzen ausgefallen
		6 ms	Relaiskleben
		12 ms	Relais schließt nicht
15		> 12 ms	Leitung hat Masseschluß

Anstelle der bei der Erläuterung des Verfahrens zur Ansteuerung von Glühkerzen genannten Relais R1 und R2 können auch Halbleiterschalter verwendet werden. Sie haben den Vorteil, daß sie wesentlich schneller als Relais getaktet werden können, so daß auch Taktfrequenzen oberhalb von 16 Hz realisierbar sind. Das menschliche Auge nimmt dann aufgrund der Augenträgheit beim Ein- und Ausschalten der hohen Kerzenströme kein Flackern von elektrischen Beleuchtungseinrichtungen des Fahrzeugs mehr wahr. Dadurch können auch das Relais R 1 und der Vorwiderstand entfallen.

Dadurch, daß bei dem beschriebenen Verfahren die in der Motorsteuerung vorhandenen Informationen genutzt werden, können diverse, sonst zusätzlich vorgesehene Signal-Eingabeanschlüsse entfallen:

Der NTC im Glühzeitsteuergerät wird durch ein Kühlwassertemperatur-Signal der Motorsteuerung ersetzt; der Lastschalter bzw. das Lastpotentiometer an der Kraftstoff-Einspritzpumpe bzw. am Fahrpedal werden ersetzt durch auf der Einspritzmenge und der Drehzahl beruhende Lastinformationen in der Motorsteuerung und das Anlassersignal durch Drehzahlinformationen wie Mindest- bzw. Startabwurf-drehzahl.

Darüber hinaus wird zur Änderung des Tastgrads die in der Motorsteuerung vorhandene Information über die Bordnetzspannung in dem Glühzeitsteuergerät genutzt. Schließlich besteht die Möglichkeit, die bei der Diagnose festgestellten Fehler der Glühzeitsteuerung über die Schnittstelle an die Motorsteuerung zurückzumelden und dort zu speichern.

35

Ansprüche

1. Verfahren zur Ansteuerung von Glühkerzen einer selbstzündenden Brennkraftmaschine mittels einer zwischen einer elektrischen Motorsteuerung und einer Glühanlage der Brennkraftmaschine angeordneten Schnittstelle, dadurch gekennzeichnet, daß einzelne untereinander entkoppelte Glühvorgänge unterschieden werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei den Glühvorgängen die Leistungszufuhr zu den Glühkerzen unter Verwendung der in der Motorsteuerung vorhandenen Informationen gesteuert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß folgende Glühvorgänge unterschieden werden: Vorglühen, Glühen, Nachglühen und Zwischenglühen.

4. Verfahren nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch folgende Schritte: Nach Einschalten der Motorsteuerung wird ein Vorglühvorgang eingeleitet, bei dem die Glühkerzen der Brennkraftmaschine von einem kontinuierlichen Strom durchflossen werden, wobei der Vorglühvorgang nach Ablauf einer Vorglühzeit (T_V) oder bei Erreichen einer Startabwurf-drehzahl beendet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß während des Vorglühvorgangs eine Anzeigeeinrichtung (L1) aktiviert wird, die inaktiviert wird, wenn die Vorglühzeit (T_V) abgelaufen ist, oder wenn eine vorgegebene Motor-Startdrehzahl (N_{St}) für eine vorgegebene Zeit (T_VSt) überschritten wird.

6. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß nach Abschluß des Vorglühvorgangs ein Glühvorgang eingeleitet und maximal für eine vorgegebene Zeit (T_S) der bis zum Erreichen der Startabwurf-drehzahl aufrecht erhalten wird, bei dem die den Glühkerzen zugeführte Leistung begrenzt wird, indem ein intermittierender Strom durch die Glühkerzen geleitet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der den Glühkerzen zugeführte Strom zunächst während einer in der Glühanlage vorgegebenen Periodendauer (T_p) mit einem von der Motorsteuerung bestimmten Tastgrad (T_{G1}) getaktet wird, der von der Kraftstoffeinspritzmenge (M_E) und der Motordrehzahl (N) abhängt, und daß anschließend ein an die momentane Versorgungsspannung (U_{Batt}) angepaßter Tastgrad (T_G) bestimmt und verwendet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß sich nach Erreichen der Startabwurfdrehzahl an den Glühvorgang ein Nachglühvorgang für eine Nachglühzeit (T_N) anschließt, die von der Motortemperatur (T_M) abhängt, wobei die den Glühkerzen zugeführte Leistung begrenzt wird.

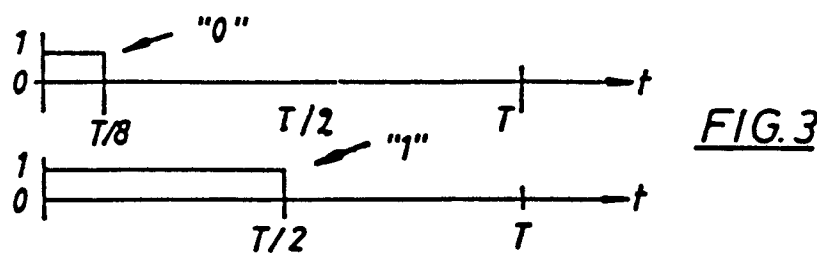
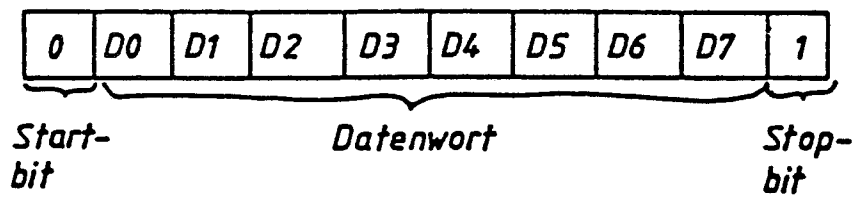
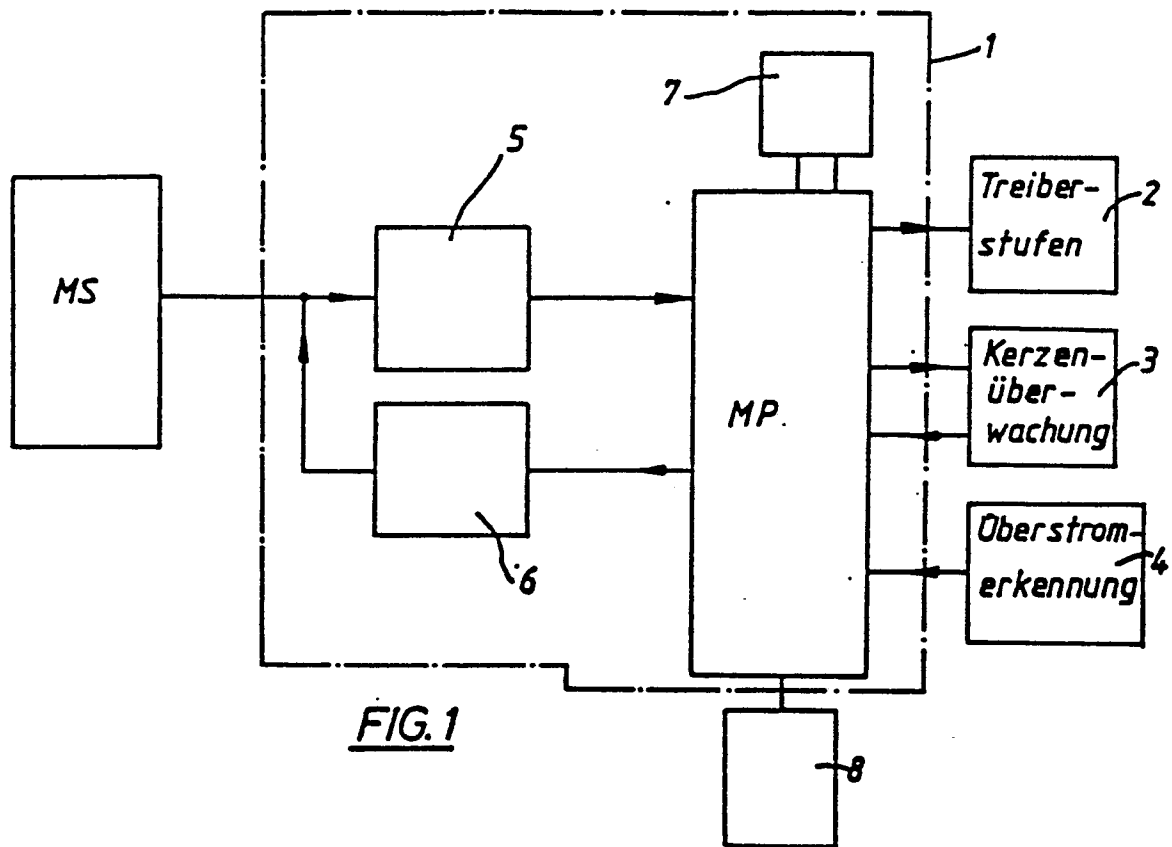
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der den Glühkerzen zugeführte Strom mit einem Tastgrad (T_{G^*}) getastet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei kaltem Motor, bei Unterschreiten einer vorgegebenen unteren Drehzahl (N_{Sch}) und/oder bei Unterschreiten einer vorgegebenen unteren Kraftstoffeinspritzmenge (M_{Sch}) die Glühkerzen mit einem intermittierenden Strom angesteuert werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der den Glühkerzen zugeführte Strom zunächst mit einem festen Tastgrad (T_{GZ}) während einer Periode von (T_p) getaktet wird, daß anschließend eine Korrektur des Tastgrads entsprechend der momentanen Versorgungsspannung (U_{Batt}) vorgenommen wird und daß dann als Tastgrad der beim Nachglühen und beim Zwischenglühen ermittelte Maximalwert gewählt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die für den jeweiligen Glühvorgang notwendigen Informationen seriell von der Motorsteuerung an die Glühanlage übertragen werden, wobei in einem Datenwort zumindest der momentan zu verwendende Tastgrad übermittelt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem Datenwort zusätzliche Informationen zur Steuerung von mindestens einer Anzeigeeinrichtung und/oder Zusatzinformationen übertragen werden.



D4	D3	D2	D1	D0	
1	1	1	1	1	R1 und R2 einschalten
1	1	1	1	0	R1 und 0,97 R2 einschalten
1	1	1	0	1	R1 und 0,94 R2 einschalten
		.			.
		.			.
		.			.
0	0	0	0	1	R1 und 0,03 R2 einschalten
0	0	0	0	0	R1, R2 ausschalten und Dia- gnoseanforderung

FIG. 4