

PATENTSCHRIFT 147 388

Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

				Int. Cl. ³
(11)	147 388	(44)	01.04.81	3(51) F 02 M 51/00 F 02 M 51/04
(21)	AP F 02 M / 217 116	(22)	23.11.79	
(31)	7904536 7907556	(32)	08.02.79 03.03.79	(33) GB

(71) siehe (73)

(72) Davison, Michael J.; Seilly, Alex H.; Mardell, John E.;
Mowbray, Dorian F., GB

(73) LUCAS INDUSTRIES LIMITED, Birmingham, GB

(74) Internationales Patentbüro Berlin, 1020 Berlin,
Wallstraße 23/24

(54) Kraftstoffeinspritzanlage mit elektrisch gesteuerten
Pumpe-Düseneinrichtungen für Verbrennungsmotoren

(57) Die Erfindung löst bei einer Kraftstoff-Einspritzanlage mit elektrisch gesteuerter Pumpe-Düseneinrichtung, deren Druckhub mittels Elektromagneten entgegen Federkraft erfolgt, die Aufgabe, ein Steuergerät zu gestalten, das dem Funktionsprinzip und -verhalten der Pumpe-Düsen-Bauart angepaßt ist und dem Vorrang von motorischen Anforderungen an die Einspritzung besonders Rechnung trägt. Das Steuergerät weist hierzu jeweils eine Baugruppe zum Einschalten und Abschalten des Stromkreises für die elektromagnetischen Betätigungselemente auf, wobei die vorgenannten Baugruppen von anderen Baugruppen, die die Reglerfunktion ausüben, den Motorzustand erfassen oder die Werte für die Funktionscharakteristik der Pumpe-Düseneinrichtung enthalten, angesteuert werden. Für eine direkte Steuerung der Einspritzmenge ist ein Soll-Ist-Vergleich zwischen eingestellter Kraftstoffmenge und angesaugter Kraftstoffmenge in der Pumpeneinheit vorgesehen. - Fig.6 und 7 -

Kraftstoffeinspritzanlage mit elektrisch gesteuerten
Pumpe-Düseneinrichtungen für Verbrennungsmotoren

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Kraftstoffeinspritzanlage mit elektrisch gesteuerten Pumpe-Düseneinrichtungen für Verbrennungsmotoren, wobei die Pumpe-Düseneinrichtungen folgende Merkmale aufweisen:

- der Kolben der Pumpeneinheit ist für den Druckhub mittels elektromagnetischen Betätigungselementen entgegen Federkraft bewegbar bzw. festhaltbar;
- dem Kolben ist ein vom ihm betätigbares Ventilelement für den Kraftstoffeinlaß zugeordnet;
- der Düsenkopf ist in den Brennraum des Motorzylinders mündend angeordnet.

Weiterhin ist ein elektronisches Steuergerät zugehörig, das Baugruppen enthält, die sowohl das zur Motorstellung takt richtige Einschalten für die elektromagnetischen Betätigungselemente für den Druckhub bewirken, als auch die einzuspritzende Kraftstoffmenge bestimmen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Vorbekannt sind Einspritzanlagen für Mehrzylindermotoren, bei denen eine Vielzahl vonnockengesteuerten Pumpenelementen vorhanden sind. Die Pumpenelemente sind normalerweise in einem

gemeinsamen Gehäuse angeordnet, wobei die Leistung jedes Pumpenelementes von einem einzelnen Steuerteil geregelt wird, dessen Einstellung von einem mechanischen Regler bestimmt ist. Vor dem Gebrauch müssen die Pumpenelemente sorgfältig eingestellt werden, um so weit wie möglich abzusichern, daß jedes Pumpenelement die gleiche Menge Kraftstoff liefert und zum richtigen Zeitpunkt bei einer bestimmten Einstellung des Steuerteils zu den Einspritzdüsen bzw. zum Motor fördert. Der mechanische Regler muß sorgfältig konstruiert sein, um die Einstellung der Reglerbauteile zu bestimmen. Normalerweise ist es notwendig, daß ein Spritzversteller im Antrieb eingebaut ist, der auf die Nockenwelle wirkt, um Einspritzzeitveränderungen zumindest in Abhängigkeit mit der Drehgeschwindigkeit zu gewährleisten. Der Aufbau des Reglers und Spritzverstellers ist nicht einfach, insbesondere, wenn eine große Genauigkeit für die Kraftstoffmenge und den Einspritzzeitpunkt gefordert wird. Darüber hinaus ergeben sich für den Hersteller des Motors oft Konstruktionsprobleme bei der Ausführung des Antriebes zwischen Motor und Pumpen-Nockenwelle.

Bisher sind Kraftstoffeinspritzsysteme konstruiert worden, bei denen versucht wurde, wenigstens einige der oben erläuterten Probleme auszuschalten. Z. B. sind Systeme bekannt, bei denen Kraftstoff unter Hochdruck in einem Akkumulator gespeichert wird, und durch die Düsen direkt in den Motor eingespritzt wird, oder bei denen Kraftstoff mit hohem Druck dazu benutzt wird, einzelne durch elektrisch betriebene Ventile angesteuerte Pumpen zu betätigen.

Derartige Systeme haben gegenüber den zuvor beschriebenen den Vorteil, daß die Steuerung durch eine elektrische Schaltung bewirkt werden kann, die dazu bestimmt ist, die Funktion des Reglers und des Spritzverstellers auszuüben. Es können elektrische Schaltungsanordnungen entworfen wer-

den, die eine genauere Regelung als mechanische Anordnungen erzielen können. Jedoch bleibt es immer noch notwendig, den hohen Kraftstoffdruck zu erzeugen und die Erzeugung desselben wird üblicherweise durch eine vom Motor angetriebene Pumpe vorgenommen. Darüberhinaus müssen die Ventile in der Lage sein, den Kraftstofffluß bei Hochdruck zu steuern, wobei die Konstruktion dieser Ventile garantieren muß, daß zu ihrer Betätigung nicht viel Energie erforderlich ist, Diese Forderungen sind nicht einfach zu erfüllen.

Vorbekannt sind gemäß der DD-PS 120 514 auch Einspritzanlagen, vorzugsweise für Direkteinspritzung bei Otto-Motoren die einfache Pumpe-Düseneinrichtungen aufweisen, deren Druckhub durch Magnetkraft bewirkt wird. In diesen Pumpe-Düseneinrichtungen wird mittels eines Elektromagneten der Kolben entgegen Federkraft beschleunigt, ohne daß er dabei sofort Kraftstoff unter Druck verdrängen muß. Erst nach seiner Beschleunigung nach einem Teil des Hubes erfolgt die Förderung unter Druck zum Einspritzen, wobei der Kolben als Speicher für Bewegungsenergie wirkt, die nachfolgend in Druckenergie umgesetzt wird. Diese Pumpe-Düse-Ausführung weist keine exakten Zusammenhänge zwischen Kolbenhub und Abspritzmenge auf, insbesondere ist die Stellung des oberen Totpunktes für den Kolben nicht exakt bestimmt. Die vorerwähnten Fakten sind nachteilig für eine genaue Kraftstoffdosierung.

Ziel der Erfindung

Es soll für eine Kraftstoff-Einspritzanlage der eingangs bestimmten Gattung ein Steuerprinzip gefunden werden, daß mit einem elektronischen Steuergerät die genaue Bemessung der Einspritzmengen und die exakte Platzierung der Einspritzung im Ablauf der Arbeitsspiele des Motors ermöglicht.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei der benannten Kraftstoff-Einspritzanlage ein Steuerprinzip zu finden, das eine exakte Funktionserfüllung gewährleistet, und hierfür ein Steuergerät zu gestalten, daß insbesondere dem Funktionsprinzip und -verhalten der angewandten Pumpe-Düse-Bauart angepaßt ist und dem Vorrang von motorischen Anforderungen an die Einspritzung besonders Rechnung trägt.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch gelöst, daß das Steuergerät nachgenannte Baugruppen aufweist;

- eine Baugruppe zum Einschalten des Stromkreises für die elektromagnetischen Betätigungselemente;
- eine Baugruppe zum Abschalten des Stromkreises für die elektromagnetischen Betätigungselemente, wobei der Zeitpunkt des Abschaltens von einem Signal, das der notwendigen Kraftstoff-Einspritzmenge entspricht, und einem Signal, das den Zeitpunkt des Einspritzbeginns beinhaltet, bestimmt ist;
- eine Baugruppe zum Bestimmen der notwendigen Kraftstoff-Einspritzmenge mit Reglerfunktion, deren Ausgang mit einem Eingang der Baugruppe zum Abschalten des Stromkreises verbunden ist;
- eine Baugruppe zum Steuern des Einspritzbeginns, deren Ausgang mit einem Eingang der Baugruppe zum Abschalten des Stromkreises verbunden ist.

Dieser Aufbau gewährleistet, daß der Kolben der Pumpeneinheit nur im oberen Totpunkt durch die elektromagnetischen Betätigungselemente festgehalten wird, aber beim Ende des Saughubes, der die Einspritzmenge bestimmt, sofort der Druckhub für das Einspritzen beginnt, in dem die elektromagnetischen Betätigungselemente wieder erregt werden. Damit entfällt

durch die vorbeschriebene Art der Steuerung ein Festhalten des Kolbens nach dem Ende des Saughubes durch ein teilweises Erregen der elektromagnetischen Betätigungselemente zum Halten der angesaugten Einspritzmenge.

Vorteilhaft weist die Baugruppe zum Steuern des Einspritzbeginns einen Speicher auf, der auf Eingabe des Signals der lastabhängigen Kraftstoffmenge und der Drehgeschwindigkeit des Motors, ein Signal abgibt, das den Zeitpunkt des Einspritzbeginns beinhaltet. In der beschriebenen Weise können Parameter über den Ablauf des Druckhubes in den Pumpe-Düsen-einrichtungen zur Steuerung erhalten werden, ohne daß diese jeweils wieder gebildet werden müssen, um den Einspritzbeginn entsprechend Belastung und Drehgeschwindigkeit des Motors optimal zu veranlassen.

Erfindungsgemäß ist eine Baugruppe zum Bilden von Signalen, die der Drehstellung des Motors entsprechen, vorhanden, deren Ausgang mit einem Eingang der Baugruppe zum Abschalten des Stromkreises verbunden ist. Diese Schaltungsanordnung gewährleistet die drehwinkelgerechte Abschaltung der elektromagnetischen Betätigungselemente, um den Ansaughub der Pumpeneinheit auszulösen.

Weiterhin ist zum unmittelbaren Steuern der einzuspritzenden Kraftstoffmenge während des Ansaughubes der Pumpeneinheit am Kolben der Pumpeneinheit ein Geber angeordnet, dessen Ausgangssignal der Baugruppe zum Einschalten des Stromkreises angeschlossen ist, wobei in dieser Baugruppe ein Einschaltssignal ausgelöst wird, wenn Gleichheit der Signale der notwendigen und der durch Hub des Kolbens angesaugten Kraftstoffmenge besteht.

Erfindungsgemäß ist zum Gewährleisten eines für den Motor noch günstigen Einspritzzeitraumes dem Eingang zum Ein-

schalten des Stromkreises ein Oder-Tor vorgeschaltet, an dessen einem Eingang eine Baugruppe zum Bestimmen des spätestmöglichsten Einspritzbeginn angeschlossen ist, wobei an Eingängen dieser Baugruppen Ausgangssignale der Baugruppe zum Steuern des Einspritzbeginns und der Baugruppe zum Bilden von Signalen, die der Drehstellung des Motors entsprechen, anliegen. Das Einspritzen wird dabei ohne Rücksicht darauf, ob die notwendige Einspritzmenge am Kraftstoff erreicht wird, ausgelöst.

Um nach einer wie vorher beschriebenen Einspritzung mit verminderter Kraftstoffmenge wieder die richtige Kraftstoffmenge für die nachfolgende Einspritzung zu erzielen sind zwei Speicher vorhanden, wobei der erste Speicher den Einspritzzeitpunkt der vorherigen Einspritzung der jeweiligen Pumpe-Düseneinrichtung und der zweite Speicher die vorherige Einspritzmenge jeweils hält, und die entsprechenden Signale der Baugruppe zum Abschalten des Stromkreises eingangsseitig zugeführt werden.

Vorteilhaft weist zum Erzielen der erwünschten Regelverhalten des Motors die Baugruppe zum Bestimmen der notwendigen Kraftstoff-Einspritzmenge eine Reglerschaltung auf, der eingangsseitig Signale für Motorparameter und die Drehgeschwindigkeit des Motors angelegt sind.

Erfindungsgemäß kann auch der Ausgang der Baugruppe zum Auslösen von Signalen zur Drehstellung des Motors dem Eingang der Baugruppe zum Einschalten des Stromkreises angeschlossen sein. Mit dieser Schaltung kann der Einspritzbeginn exakt einer bestimmten Drehstellung des Motors zugeordnet werden, ggf. bei gegenüber der notwendigen, verringerten Kraftstoffmenge.

Weiterhin ist es zweckmäßig möglich, wenn am Kolben der Pumpeneinheit ein Geber angeordnet ist, dessen Ausgangssignal der Baugruppe zum Abschalten des Stromkreises ein-

gangsseitig angeschlossen ist, so daß über rechtzeitiges Abschalten der notwendige Saughub für die Einspritzmenge sichergestellt wird, bei nachfolgend zeitlich richtiger Einspritzung. Auch bei dieser Ausführung weist die Baugruppe zum Bestimmen der notwendigen Kraftstoff-Einspritzmenge eine Reglerschaltung auf, der eingangsseitig die Signale für die Einstellungsparameter des Motors und für seine Drehgeschwindigkeit angeschlossen sind.

Vorteilhaft ist es bei Vorhandensein einer Anzahl von Pumpe-Düseneinrichtungen in einer Einspritzanlage, daß jede derselben einen induktiven Geber für den Kolbenweg aufweist und jeder ein Stromkreis zum Erregen der elektromagnetischen Betätigungselemente zugeordnet ist, und über ein Netzwerk die einzelnen Geber in den Pumpe-Düseneinrichtungen an einen Dekodierkreis angeschlossen sind und auch die Baugruppen zum Ein- und Abschalten der Stromkreise und die Stromkreise selbst über ein weiteres Netzwerk verbunden sind. Mit diesem Aufbau ist es möglich, jede der Pumpe-Düseneinrichtungen individuell anzusteuern unter Auswertung des Kolbenhubes ihrer Pumpeneinheit.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Beispielen unter Bezug auf die zugehörigen Zeichnungen näher erläutert werden: Es zeigt:

Fig. 1; 2 und 3: jeweils einen Längsschnitt bzw. Teillängsschnitte von Pumpe-Düse-Ausführungen;

Fig. 4: ein Blockschaltbild für einen ersten Reglerkreis für die Pumpe-Düseneinrichtung gemäß Fig. 1;

Fig. 5: ein Blöckschaltbild eines zweiten Reglerkreises für die Pumpe-Düseneinrichtung gemäß Fig. 1;

Fig. 6: ein Blöckschaltbild eines elektronischen Zweistufenreglers;

Fig. 7: eine graphische Darstellung, die das Grundprinzip der Einspritzanlage zeigt.

In Fig. 1 ist eine Kraftstoffpumpe kombiniert mit einer Einspritzdüse, im folgenden Pumpe-Düseneinrichtung 10 benannt, gezeigt. In der Praxis werden die Pumpe-Düseneinrichtungen am Verbrennungsmotor befestigt, so daß der Kraftstoff in den Verbrennungsraum des Motors eingespritzt werden kann.

Jede Pumpe-Düseneinrichtung besitzt einen hohlzylindrischen abgestuften Körper 11, dessen schmaleres Ende mit einem Gewinde versehen ist, um eine Befestigungsmutter 12 anbringen zu können, die am Körper 11 einen Düsenkopf 13 befestigt. Das Endteil des Düsenkopfes 13 weist eine konische Form auf, wobei am Ende der zentralen Bohrung 14 ein Sitz gebildet wird, In der Bohrung 14 ist ein Ventilelement 15 angebracht, dessen Ventilkopf 16 so gestaltet ist, daß er mit dem vorher erwähnten Ventilsitz zusammenpaßt. Beim Bewegen des Ventilelementes 15 innerhalb der Bohrung 14 ist es durch einen mit Nuten versehenen Abschnitt geführt, der die gleiche Dimension wie das Ventilelement 15 hat, wobei der Durchmesser des Ventilelementes 15 in die Bohrung 14 paßt. An seinem anderen Ende hat das Ventilelement ein Teil 17, an dem sich ein Sicherungselement 18 befindet, welches einen radialen Schlitz besitzt. Das Sicherungselement 18 hält ein Federwiderlager 19 und eine sich am Düsenkopf 13 abstützender Druckfeder 20, die den Ventilkopf 16 in Kontakt mit dem Sitz bringt.

Der Körper 11 ist mit einer zentralen Bohrung ausgerüstet, in die ein Teil des Düsenkopfes 13 hineinreicht, wobei letzterer mit einem Flansch versehen ist, der durch die Befestigungsmutter 12 am Ende des Körpers 11 eine Abdichtung bewirkt. Als Alternativlösung kann der Flansch auch dadurch gesichert werden, indem ein reduziertes Endstück des Körpers 11 über den Flansch gerollt wird, oder indem man den Flansch durch Elektronenstrahlschweißen am Körper 11 anschweißt.

In die Bohrung des Körpers 11 reicht eine zylindrische Ventilhalterung 24 hinein. Diese sitzt fest in der Bohrung und weist eine abgestufte Bohrung auf. Der große Teil 25 der Bohrung bildet den Zylinder für einen Kolben 26. Im mittleren Teil 29 der Bohrung sitzt ein Ventilelement 27 und ein leicht verbreiteter Teil 30 der Bohrung ist am Ende so geformt, daß er einen Sitz für den Ventilkopf 28 bildet, wobei dieser ein Teil des Ventilelements 27 ist. Der Ventilkopf 28 wird mit dem Sitz mittels einer Druckfeder in Kontakt gebracht. Durch das Ventilelement 27 erstreckt sich ein Kanal 32. Die Druckfeder 31 stützt sich an einem Teil 22 ab, das an einem Absatz 21 in der Bohrung des Körpers 11 anliegt, wobei dieses Teil 22 periphere Nuten 23 besitzt, durch die der Kraftstoff fließen kann.

Der Teil 30 der Bohrung ist mittels Längsnuten 34 mit der Kammer 33 verbunden, die sich in einem erweiterten Teil des Körpers 11 befinden. Die Längsnuten 34 befinden sich an der äußeren Fläche der Ventilhalterung 24 und sind durch Querbohrungen mit dem erwähnten Teil 30 der Bohrung verbunden.

Das Ventilelement 27 reicht in den oben erwähnten Zylinder - Teil 25 - hinein und wird durch den Kolben 26 verlagert, was im folgenden erklärt wird.

Ein elektromagnetisches Betätigungselement 34a ist innerhalb

der Kammer 33 angeordnet, um den Kolben 26 in die entsprechende Richtung zu bewegen und somit Kraftstoff aus dem Zylinder - Teil 25 - zu verdrängen. Zu den elektromagnetischen Betätigungselementen 34a gehört ein dünnwandiger Anker 36, der rohrförmig ist und mit einer Platte 37 versehen ist, die mit dem Kolben 26 ein Stück bildet. Die Platte 37 ist mit Durchbrüchen versehen, die den Kraftstofffluß erleichtern sollen, und dient gleichzeitig als Widerlager für die Druckfeder 38, die den Kolben 26 vom Ventilelement 27 wegbewegt. Der Anker 36 wirkt als Führung für die Bewegung des Kolbens 26 und das andere Ende ist mit einem Bund 39 versehen, so daß er auf der Innenfläche des Körpers 11 gleiten kann.

Das andere offene Ende des Körpers 11 ist durch ein Endstück 40 verschlossen, das mittels einer Befestigungsmutter 41 gehalten wird, wobei sich am Körper 11 noch ein Bund befindet. Das Endstück 40 bildet den Kraftstoffeinlaß 42, der mit Kammer 33 in Verbindung steht, und die Halterung für den Stab 43 aus magnetisierbarem Material. Der Stab 43 erstreckt sich innerhalb des elektromagnetischen Betätigungselementes 34a und ist mit einem Paar von tellerförmigen Rippen 44 versehen. Die innere Oberfläche des Ankers 36 ist auch mit absatzförmigen Rippen 45 versehen. Die Oberflächen der Rippen 44; 45 sind in Richtung der Längsachse der Pumpe-Düseneinrichtung geneigt. Die Oberflächen stehen bei nicht erregtem elektromagnetischen Betätigungselement 34a wie abgebildet voneinander entfernt parallel.

In den beiden Zwischenräumen zwischen den Rippen 44 befinden sich Wicklungen 46. Üblicherweise werden die Wicklungen 46 aus Wickeldraht entlang der Zwischenräume von einem Ende des Stabes 43 zum anderen und zum gleichen Ende des Stabes 43 zurück gezogen. Die Wicklungen 46 weisen eine Vielzahl von Windungen auf und wenn elektrischer Strom fließt, erfolgt der Stromfluß in den Windungen in den beiden Zwischenräumen in unterschiedliche Richtung, so daß die Rippen 44

die entgegengesetzte magnetische Polarität aufweisen. Die Enden der Wicklung 46 werden mit einem Kontakt 47 verbunden, der am Endstück 40 angebracht ist. Wenn erwünscht, kann ein Ende mit dem Körper 11 der Pumpe-Düseneinrichtung 10 verbunden sein, in diesem Fall braucht man nur einen Kontakt 47. Der Hubweg des Ankers 36 ist durch die Wirkung der Feder 38 begrenzt, da die Anlage des Ankers 36 am Endstück 40 erfolgt. Weiterhin ist der Anker 36 mittels einer ortsfesten Führung 48 gegen Winkelbewegungen gesichert, die das am Kolben 26 angrenzende Ende des Stabes 43 hält und sich hierzu durch eine Aussparung im Anker erstreckt.

In der Pumpe-Düseneinrichtung ist auch ein induktiver Geber zum Erfassen der Position des Ankers 36 angeordnet. Der Geber enthält einen Kern 49, der sich am Ende des Stabes 43 befindet und am Endteil 40 angrenzt. Der Kern 49 ist mit einer äußeren Nut versehen, in der sich eine Wicklung 50 befindet. An den Anker 36 ist ein aus magnetisierbarem Material hergestellter Ring 51 angebracht, der bei Bewegung des Ankers 36 die Reluktanz des aus dem Kern 49 und dem Ring 51 gebildeten magnetischen Kreises ändert und dabei die Induktivität der Wicklung 50 ändert.

Im folgenden wird die Wirkungsweise der Pumpe-Düseneinrichtung 10 beschrieben, wobei vorausgesetzt wird, daß sich die verschiedenen Bauteile in der in der Zeichnung gezeigten Lage befinden. In dieser Position ist der Zylinder - Teil 25 - vollkommen mit Kraftstoff gefüllt und der Ventilkopf 28 befindet sich in Kontakt mit seinem Sitz. Wenn die Wicklungen 46 mit Strom gespeist werden, bewegt sich der Anker 36 abwärts gegen die Wirkung der Druckfeder 38.

Daher wird der Brennstoff im Zylinder - Teil 25 - vom Kolben 26 unter Druck gesetzt, wobei dieser Druck auf den Ventilkopf 16 des Ventilelementes 15 wirkt. Wenn der Druck ausreicht, wird der Ventilkopf 16 von dem Sitz gegen die Wirkung der Druck-

feder 20 abgehoben und der Kraftstoff spritzt aus dem Düsenkopf 13, wobei der Kraftstoff während er am Ventilkopf 16 vorbeiströmt zerstäubt. Der Kraftstofffluß hält an, bis der Kolben 26 mit dem Ventilelement 27 in Berührung kommt. Sobald der Ventilkopf 28 des Ventilelementes 27 vom Sitz gehoben wird gegen die Wirkung der Druckfeder 31, fällt der Kraftstoffdruck im Zylinder - Teil 25 - bis auf den Druck in der Kammer 33 ab. Dies ergibt einen schnellen Druckabfall. Der Kraftstoff, der auf den Ventilkopf 16 wirkt, und die Druckfeder 20 bringen den Ventilkopf 16 in Kontakt mit seinem Sitz, so daß weiterer Kraftstofffluß, besonders der von unzerstäubten Kraftstoff aus dem Düsenkopf 13, unterbunden wird. Der Kolben 26 bewegt sich weiter abwärts solange bis die Platte 37 am Ende der Ventilhalterung anliegt. Es wurde bereits erwähnt, daß die Oberseiten der Rippen 44 und 45 zur Achse der Pumpe-Düseneinrichtung geneigt sind. Der Zweck dieser Neigung ist, eine lineare Kraft-Weg-Charakteristik während der Bewegung des Ankers 36 zu erreichen. Der Stromzufluß zu den Wicklungen 46 kann abgebrochen oder reduziert werden, bevor der Kolben 26 das Ende seines Hubes erreicht, wobei der Hub des Kolbens 26 durch die Massenträgheit der bewegten Teile vollendet wird.

Sobald die Wicklungen 46 stromlos sind, bewirkt die Druckfeder 38 eine Aufwärtsbewegung des Kolbens 26 und des Ankers 36. Während dieser Bewegung ist der Druck innerhalb des Zylinder - Teil 25 - geringer als in der Kammer 33, was bewirkt, daß der Ventilkopf 28 durch den Druck des Kraftstoffes in der Kammer 33, der auf den Ventilkopf 28 wirkt, vom Sitz gehoben wird. Wenn das maximale Kraftstoffvolumen notwendig ist, kann der Kolben 26 durch die Wirkung der Kraft der Druckfeder 38 seinen maximalen Hub ausführen. Wenn die Bewegung des Kolbens 26 beendet ist und der Druck innerhalb des Zylinder - Teil 25 - genau dem in der Kammer 33 gleicht, bewegt sich das Ventilelement 27 durch die Wirkung der Druckfeder 31 in die Schließstellung.

Die Pumpe-Düseneinrichtung 10 ist dann bereit für eine weitere Kraftstoffeinspritzung.

Wenn es erforderlich ist, daß die Pumpe-Düseneinrichtung weniger als das maximale Brennstoffvolumen liefert, muß die von der Druckfeder 38 gesteuerte Rückwärtsbewegung des Ankers 36 in einer beliebigen Zwischenstellung angehalten werden. Der zuvor erwähnte induktive Geber gibt ein Signal ab, das die Stellung des Ankers 36 und somit des Kolbens 26 anzeigt. Unter Nutzung dieses Signals ist es möglich, Wicklungen teilweise zu erregen, wenn der Kolben den gewünschten Hubweg zurückgelegt hat. Diese teilweise Erregung liefert genügend Kraft, den Anker 36 gegen die Wirkung der Druckfeder 38 festzuhalten, aber sie ist nicht ausreichend, um den Kraftstoff im Zylinder -Teil 25- genügend unter Druck zu setzen, um das Öffnen des Ventilelements 15 im Düsenkopf 13 zu bewirken. Es ist offensichtlich, daß das Füllen des Zylinders - Teil 25 - jederzeit nach dem Ende der Kraftstoffeinspritzung und vor Beginn der nächsten Einspritzung erfolgen kann. Es muß jedoch daran erinnert werden, daß das Füllen des Zylinders eine bestimmte Zeit erfordert und deshalb wird unmittelbar vor der Kraftstoffeinspritzung gefüllt, wobei für das Füllen selbst genügend Zeit vorhanden sein muß.

In Fig. 2 weisen die Teile mit gleichen Bezugszeichen die gleiche Funktion entsprechend Fig. 1 auf. Die Pumpe-Düseneinrichtung 10 in Fig. 2 hat eine unterschiedliche Form des Düsenkopfes 54. Im Gegensatz zu Fig. 1 öffnet sich das Ventilelement 56 nach innen, anstatt nach außen. Der Düsenkopf 54 besitzt einen abgestuften Körper 55, in dem eine Sackbohrung vorhanden ist. Diese Bohrung bildet am schmaleren Ende des Körpers 55 einen Sitz für das konische Ende des Ventilelementes 56. Im schmaleren Teil des Körpers 55 sind Austrittsöffnungen 57 für die Kraftstoffeinspritzung vorhanden. Diese Austrittsöffnungen 57 sind vom Ventilele-

ment 56 gesteuert. Eine Einspritzung findet statt, wenn das Ventilelement 57 vom Sitz abgehoben ist.

In der Bohrung des Körpers 55 befindet sich eine Ringnut 58, die über Kanäle im Körper 55 und im Körper 11 mit der Kammer 59, in ^{der} die Druckfeder 31 angeordnet ist, in Verbindung steht. Weiterhin ist eine Kammer 60 vorhanden, die eine Druckfeder 61 enthält, die sich mit ihrem einen Ende an einer Wand der Kammer 60 und mit ihrem anderen Ende am Federwiderlager 62 abstützt, das auf einem Ansatz des Ventilelements 56 sitzt. Die Kammer 60 ist mit der Kammer 33 über einen Kanal verbunden, von dem sich ein weiterer Kanal zum Teil 30 der Bohrung in der Ventilhalterung 24 erstreckt.

Wenn sich der Kolben 26 abwärts bewegt, wirkt der unter Druck stehende Kraftstoff auf eine Fläche am Ventilelement 56 und hebt dieses gegen die Wirkung der Druckfeder 61 an. Der Kraftstofffluß erfolgt durch die Öffnungen 57 und dieser Fluß setzt sich fort, bis der Kolben 26 den Ventilkopf 28 von seinem Sitz abhebt.

Fig. 2 ist nur eine teilweise Darstellung der Modifikation. In der Praxis wird der Düsenkopf 55 wahrscheinlich am Körper 11 mittels einer Befestigungsmutter befestigt sein, wie im Beispiel der Fig. 1. Das trifft auch für die Anordnung, die in Fig. 3 gezeigt ist, zu, die im wesentlichen gleich der in Fig. 2 ist, mit der Ausnahme, daß der Düsenkopf eine andere Form aufweist. In diesem Fall ist das Ventilelement 64 als sogenannte "Zapfeneinspritzdüse" ausgeführt, die in geschlossener Position auf dem Sitz ruht. In geöffneter Position tritt ein reduzierter Absatz in das Spritzloch ein, welches am Ende der Bohrung im Düsenkopf angeordnet ist. Wenn das Ventil offen ist, fließt Kraftstoff durch dieses Spritzloch.

Bei einigen Maschinentypen, besonders solchen mit der in Fig. 1 gezeigten Düsenform, ist es möglich, nach Förderung der notwendigen Menge den Druck am Ende des Förderhubes zu

reduzieren. In diesem Falle dient ein einfaches Einwegventil dazu, den Kraftstoff in den Zylinder hineinzulassen, wenn der Kolben 26 durch die Wirkung der Druckfeder 38 bewegt wird.

Fig. 7 zeigt die Kurve für die Kraftstoffmenge, die unter Wirkung der Druckfeder 38 in den Zylinder -Teil 25- gelangt. Obwohl eine Gerade gezeigt ist, wird die Ansaugmenge in der Praxis von Massenträgheit unterschieden in der Federkraft und auch von magnetischen Effekten beeinflusst.

Wenn die Wicklung 46 der Pumpe-Düseneinrichtung bei einem Zeitpunkt t_1 erregt wird, ist die gelieferte Brennstoffmenge Q_1 . Um das zu erreichen, muß zu einem Zeitpunkt t_2 die Wicklung 46 stromlos werden, um das Füllen des Zylinders -Teil 25- zu ermöglichen. Wenn eine geringere Brennstoffmenge Q_2 benötigt wird, wird die Wicklung 46 stromlos zum Zeitpunkt t_3 , der näher am Zeitpunkt t_1 liegt, als der Zeitpunkt t_2 . Wenn dagegen eine größere Kraftstoffmenge gefordert wird, wird die Wicklung 46 stromlos zu einem Zeitpunkt, der früher als der Zeitpunkt t_2 liegt. Wenn der Zeitpunkt t_1 verändert werden muß, müssen die Zeitpunkte t_2 und t_3 um den gleichen Betrag versetzt werden entsprechend den zugehörigen Menge Q_1 und Q_2 .

In der Praxis wird sich die in Fig. 7 gezeigte Kurve verändern, wenn die Pumpe-Düseneinrichtung in Betrieb ist. Zum Beispiel wird sich die Füllmenge reduzieren, wenn sich die Kraftstoffviskosität erhöht und umgekehrt. Darüber hinaus wird sich die Druckfeder mit der Zeit beim Gebrauch setzen, so daß sich die Füllmenge verringert. In jedem dieser Fälle erweist es sich als notwendig, den Zeitpunkt, an dem die Wicklung 46 stromlos wird, genau zu garantieren, damit die notwendige Kraftstoffmenge zur rechten Zeit zugeführt wird. Der induktive Geber erzeugt ein Signal, entsprechend dem im Zylinder - Teil 25 - vorhandenen Kraftstoff.

Fig. 4 zeigt einen Reglerkreis für die Pumpe-Düseneinrichtung, wobei die Kraftstoffmenge die Priorität über den Zeitablauf aufweist.

Die Wicklung 46 der Pumpe-Düseneinrichtung wird durch einen Stromkreis 65 mit Strom versorgt. Der Stromkreis 65 wird mittels eines ersten Signals, welches von dem Ausgang des Oder-Tores 66 kommt eingeschaltet, womit der Wicklung 46 Strom zugeführt wird. Der Stromkreis 65 wird stromlos durch ein zweites Signal vom Ausgang eines Komparators 67.

Das Oder-Tor 66 erhält ein erstes Signal vom Ausgang eines Verstärkers 68, welcher seinerseits ein Ausgangssignal vom Komparator 69 erhält. Der Komparator 69 vergleicht das Signal für den erforderlichen Kraftstoff, das von einem Eingang 70 stammt und dessen Herkunft später in Verbindung mit dem Signal der tatsächlichen Kraftstoffmenge im Zylinder - Teil 25 - erklärt wird.

Das letztere Signal wird durch den Ausgang eines Dekodierkreises 71 erhalten, dessen Eingang mit der Wicklung 50 des induktiven Gebers verbunden ist. Der Geber reagiert auf den Rückhubweg des Pumpkolbens 26 der Pumpe-Düseneinrichtung.

In der Praxis läuft der Vorgang so ab, daß der Komparator 69 feststellt, wenn das Signal der tatsächlichen Kraftstoffmenge dem Signal der erforderlichen Kraftstoffmenge gleicht, und daß dann der Stromkreis 65 eingeschaltet ist, so daß Strom durch die Wicklungen 46 fließen kann und die Kraftstoffeinspritzung stattfindet. Die Wicklung 46 wird solange erregt bleiben, bis das bereits erwähnte zweite Signal an den Stromkreis 65 gegeben wird. Somit löst ein Teil des Reglerkreises die Kraftstoffeinspritzung aus, wenn die Kraftstoffmenge korrekt bemessen ist. Der Moment der Einspritzung jedoch kann unkorrekt sein, dieser Punkt wird aber später diskutiert werden.

Mit Bezug auf Fig. 7 wurde erklärt, daß es notwendig ist, die Wicklung 46 eine vorher bestimmte Zeit, bevor die Kraftstoffeinspritzung erfolgte, stromlos zu machen. Um diese Zeit zu bestimmen, die sowohl der zu liefernden Kraftstoffmenge als der Zeit der Einspritzung entsprechen muß, existiert ein Schaltkreis 72, der das Signal für den erforderlichen Kraftstoff am Eingang 73 erhält. Zusätzlich empfängt der Schaltkreis 72 ein erforderliches Zeit-Signal. Dieses letztere Signal wird von einem Speicher 74 gegeben, in dem Informationen über die Regelung des Motors entsprechend der Drehgeschwindigkeit und der Belastung gespeichert sind. Zu diesem Zweck empfängt der Speicher 74 das Signal der erforderlichen Kraftstoffmenge vom Eingang 73; dieses Signal zeigt die Belastung des Motors und auch die Drehzahl, die aus dem Dekodierkreis 75 hervorgeht. Der Dekodierkreis 75 erhält ein Impulssignal vom Aufnehmer 76, der angrenzend an verzahnten von der Kurbelwelle der Maschine angetriebenen Rädern angeordnet ist. Aufgrund der beiden vorgenannten Signale bestimmt der Speicher 74 den erforderlichen Zeitpunkt der Kraftstoffeinspritzung. Das Ausgangssignal des Stromkreises 72 ist somit repräsentativ für die Zeit, die notwendig ist, daß sich der Pumpkolben 26 unter dem Einfluß der Druckfeder 31 in dem Maße bewegt, daß die gewünschte Kraftstoffmenge im Zylinder - Teil 25 - rechtzeitig zur Zeit der Kraftstoffeinspritzung enthalten ist.

Das Ausgangssignal des Schaltkreises 72 gelangt zum Komparator 67, der auch ein Signal für die Position des Kolbens des entsprechenden Brennraumes des Motors erhält, der von der jeweiligen Pumpe-Düseneinrichtung mit Kraftstoff gespeist wird.

Das Positionssignal wird von dem Schaltkreis 77 gegeben, der das Geschwindigkeitssignal von dem Dekodierkreis 75, das Impulssignal von dem Aufnehmer 76 und ein Impulssignal von

einem Formerkreis 78 erhält, der umgekehrt ein Signal von dem Aufnehmer 79 erhält. Bei diesem Beispiel liefert der Aufnehmer 79 einen Impuls alle zwei Umdrehungen der Kurbelwelle, während der Aufnehmer 76 vier Impulse pro Umdrehung der Kurbelwelle abgibt. Wenn die Position der Maschine entsprechend ist, wird der Stromkreis 65 stromlos und der Kolben 26 saugt Kraftstoff in die Kammer - Teil 25 -. Wie bereits beschrieben, wird der Stromkreis 65 eingeschaltet, wobei die Kraftstoffzufuhr stattfindet, wenn die in die Kammer -Teil 25- aufgenommene Kraftstoffmenge korrekt erreicht ist. Es könnte passieren, daß aus irgendeinem Grund der Kraftstofffluß in die Kammer -Teil 25- sich verzögert, und daß die Kraftstoffzuführung zu einem Moment stattfindet, der der Maschine Schaden zuführt.

Eine Puffervorrichtung sorgt deshalb dafür, daß ungeachtet dessen, wie groß die Kraftstoffmenge in der Kammer -Teil 25- ist, in jedem Fall Kraftstoff zugeführt wird. Zu diesem Zweck sind die Schaltkreise 80 und 81 vorhanden, die unter solchen Umständen ein Signal am Eingang des Oder-Tores 66 bewirken. Der Schaltkreis 80 empfängt das gewünschte Zeitsignal vom Speicher 74 und berechnet die letztmögliche Zeit, bei der die Kraftstoffeinspritzung stattfinden kann. Das Ausgangssignal dieses Speichers 74 wird dann zum Schaltkreis 81 weitergeleitet, welcher dem Komparator 67 ähnelt. Hierdurch wird ein Eingangssignal des Oder-Tores 66 bewirkt, wobei die Kraftstoffeinspritzung ausgelöst wird. Dieses Signal wird in der Praxis bei jedem Arbeitstakt gegeben, aber unter normalen Umständen wird die Kraftstoffeinspritzung schon erfolgt sein.

Nehmen wir nun an, das Füllen der Kammer -Teil 25- hätte etwas länger gedauert, als angenommen, so bedeutet das, daß die Zufuhr der richtigen Kraftstoffmenge etwas später stattfindet, als erwünscht.

Um dies zu korrigieren, ist es notwendig, die Wicklung 46 etwas früher stromlos zu schalten, was durch den Schaltkreis 72, der Information bezüglich des vorhergehenden Zuführungszeitpunktes von dem Speicher 82 erhält, geschieht.

Es ist einfach, den Schaltkreis 72 mit Informationen zu beliefern bezüglich der Kraftstoffmenge, die während des vorhergehenden Arbeitstaktes zugeführt wurde; diese Information wird durch den Speicher 83 geliefert. Dies ermöglicht, dem Schaltkreis 72 die geförderte Kraftstoffmenge schneller zu korrigieren, in dem die Schaltkreise 80 und 81 wirken, um die Wicklung 46 zu erregen.

Der beschriebene Schaltkreis 72 dient zur Regelung einer Pumpe-Düseneinrichtung. Bei Anwendung von multiplexen Netzwerken 84 und 85, die zwischen den Wicklungen 50 der Geber in den Pumpe-Düseneinrichtungen und dem Dekodierkreis 71 und den Eingängen der Stromkreise 65 angeordnet sind, kann eine Anzahl von Pumpe-Düseneinrichtungen gesteuert werden. Die Netzwerke 84 und 85 empfangen die Positionssignale der Maschine von dem Schaltkreis 77. Zusätzlich dazu ist es notwendig, so viele Speicher 82;83 einzusetzen, wie es Pumpe-Düseneinrichtungen gibt, um zu garantieren, daß die Information entsprechend der benutzten Pumpe-Düseneinrichtung gespeichert wird, wenn der Schaltkreis 72 die Zeitdauer für das Abschaltetsein für eine bestimmte Pumpe-Düseneinrichtung bestimmt.

Wenden wir uns nun dem Reglerkreis der Fig. 5 zu. Dieser Reglerkreis ist anders als der in Fig. 4, bei dem sicher ist, daß die Kraftstoffzuführung zur gewünschten Zeit stattfindet, ungeachtet dessen, ob die Kraftstoffmenge in der Kammer - Teil 25 - die richtige ist, oder nicht.

Teile des Reglerkreises der Fig. 5, die die gleiche Funktion wie die in Fig. 4 ausüben, haben die gleichen Bezugs-

zeichen. Das erforderliche Zeitsignal vom Schaltkreis 74 wird benutzt, um im Schaltkreis 86 den erforderlichen Moment der Kraftstoffeinspritzung zu bestimmen. Dieses Signal wird dem Schaltkreis 87 eingegeben, der vom Schaltkreis 77 ebenfalls ein Drehstellungssignal des Motors erhält. Der Schaltkreis 87 arbeitet auf die gleiche Art und Weise wie der Komparator 67, mit der Ausnahme, daß er den Augenblick bestimmt, wann die Wicklung 46 erregt wird, um eine Kraftstoffeinspritzung zu bewirken.

Wie bereits erläutert, findet die Kraftstoffeinspritzung immer zu der gewünschten Zeit statt, aber es ist möglich, daß die Kraftstoffmenge nicht korrekt ist. Jedoch wird der Schaltkreis 72 dies korregieren, durch Verändern des Abschaltzeitpunktes der Wicklung 46 auf der Basis der aktuellen Kraftstoffsignale, die vom Speicher 83 geliefert werden.

Entsprechend der Schaltung in Dig. 4, kann die Schaltung in Fig. 5 mittels der hinzuzufügenden Netzwerke 84 und 85 dazu benutzt werden, eine Anzahl von Pumpe-Düseneinrichtungen zu steuern. Es müssen aber eben sovieler Speicher 83 wie Pumpe-Düseneinrichtungen vorhanden sein.

In beiden der beschriebenen Stromkreise ist die Zeit, während der die Kraftstoffzufuhr stattfindet, eine Funktion der Stromzuführung zur Wicklung 46 und kann deshalb durch Variation der Stromzufuhr verändert werden. Das kann durch Variation im Einklang mit der Drehgeschwindigkeit des Motors geschehen. Bei einer Anordnung erfolgt die Stromzufuhr zur Wicklung 46 in Form von Impulsen. Um die Stromzuführung zu verändern, muß die Impulsanzahl mit deren Impulshöhe variiert werden. Üblicherweise wird anfänglich ein langer Impuls gegeben, um beim Erregen eine rapide Anfangsbeschleunigung der verschiedenen Teile zu erhalten und dem eine Serie kurzer Impulse folgt. Diese kurzen Impulse können dann alternativ geändert werden, um eine Variation innerhalb der Einspritzperiode zu erhalten. Es ist selbstverständlich, daß die Kraftstoffzufuhr nicht unmittelbar, nachdem die Wicklung

46 erregt wird, stattfindet. Dafür gibt es zahlreiche Gründe und die resultierende Verzögerung muß bei der Ermittlung der erforderlichen Zufuhrzeit berücksichtigt werden. Wenn die Wicklung 46 erregt wird, braucht der Strom, und damit der magnetische Fluß, eine bestimmte Zeit, um einen Punkt zu erreichen, an dem der Anker 36 anfängt, sich zu bewegen. Außerdem muß der Kraftstoff in der Kammer - Teil 25 - bis zu einem bestimmten Wert unter Druck gesetzt werden, um zu bewirken, daß der Ventilkopf 16, im Falle der Fig. 1 von seinem Sitz abhebt, bevor die Kraftstoffeinspritzung stattfinden kann. Darüber hinaus wird die Stromzufuhr zur Wicklung 46 reduziert, vor dem Ende des Hubes vom Kolben 26. Infolge seiner Trägheit, und weil sich der magnetische Fluß nicht unmittelbar nach dem Abschalten des Stromes reduziert, bewegt sich der Kolben 26 kontinuierlich weiter.

Es muß auch für das Füllen der Kammer - Teil 25 - mit Kraftstoff beachtet werden, daß der Stromfluß nicht sofort abbricht, wenn die Wicklung 46 abgeschaltet wird, und daß dies die Anfangsbewegung des Kolbens 26 unter Wirkung der Feder 38 verzögert.

Wenden wir uns nun der Fig. 6 zu, die eine Schaltungsanordnung zeigt, zum Geben der erforderlichen Kraftstoffsignale zu den Eingängen 70 und 73. Der Reglerkreis nach Fig. 6 besitzt Zweistufenregler-Wirkung und besitzt einen Schaltkreis 88, der das Kraftstoffmengen-Signal bildet. Der Schaltkreis 88 hat drei Eingänge, wobei das niedrigste der Eingangssignale vom Schaltkreis 88 ausgewählt wird, und welches dann das Kraftstoffmengen-Signal bildet.

Ein Eingang des Schaltkreises 88, ist mit dem Ausgang eines Verstärkers 89 mit Rückkopplung verbunden. Ein Eingang des Verstärkers 89 erhält ein Referenzsignal, welches die maximal zulässige Drehgeschwindigkeit des Motors repräsentiert, während der andere Eingang das eigentliche Drehgeschwindigkeitssignal vom Motor aus dem dekodierenden Strom-

kreis erhält, der in Fig. 4 als Dekodierkreis 75 gezeigt ist.

Der zweite Eingang des Schaltkreises 88 ist mit einem Schaltkreis 90 verbunden, der ebenfalls das Drehgeschwindigkeitssignal erhält und ein Signal abgibt, welches dem Signal der maximalen Kraftstoffmenge im Drehzahlbereich des Motors entspricht.

Der dritte Eingang des Schaltkreises 88 ist mit dem Ausgang eines Schaltkreises 91 verbunden, der zwei Eingänge besitzt. Der erste Eingang ist mit dem Ausgang eines Verstärkers 92 verbunden, der mit Rückkopplung ausgerüstet ist und zwei Eingänge hat, von denen einer ein Referenzsignal empfängt, das der gewünschten Leerlaufdrehgeschwindigkeit des Motors entspricht und dessen anderer Eingang das Signal der tatsächlichen Drehgeschwindigkeit des Motors empfängt. Der zweite Eingang des Schaltkreises 91 ist mit dem Ausgang des Formerkreises 93 verbunden, der das Signal der Drehgeschwindigkeit des Motors und auch das Signal vom Dekodierstromkreis 94 empfängt, der wiederum ein Signal von dem Geber 95 erhält, der mit dem Steuerorgan für die Bedienungsperson der Maschine verbunden ist, z. B. mit dem Gaspedal eines Straßenfahrzeuges.

Während des Leerlaufes des Motors bildet der Verstärker 92 das Signal für den notwendigen Kraftstoff, das am Ausgang des Schaltkreises 88 erscheint, da ohne Betätigung des Gaspedals seitens der Bedienungsperson das Signal des Verstärkers 92 größer sein wird, als das Ausgangssignal des Formerkreises, aber kleiner als die Ausgangssignale des Schaltkreises 90 und des Verstärkers 89. Wenn der Fahrer als Bedienungsperson das Gaspedal betätigt, wird das Ausgangssignal des Formerkreises 93 höher als das Ausgangssignal des Verstärkers 92. Wenn der Druck auf das Gaspedal nur gering ist, ist das Signal des Schaltkreises 91 immer noch kleiner, als das des Schaltkreises 90 und des Verstärkers

89. Wenn der Druck auf das Gaspedal größer wird, ist es wahrscheinlich, daß das Signal des Schaltkreises 91 größer sein wird, als das Ausgangssignal des Kreises 90. In diesem Fall wird die Kraftstoffmenge solange vom Schaltkreis 90 geregelt, bis das Ausgangssignal des Schaltkreises 91 kleiner wird, wobei die Steuerung der Kraftstoffzuführung vom Fahrer wieder einsetzt. Wenn die maximal zulässige Geschwindigkeit der Maschine erreicht ist, wird das Ausgangssignal des Verstärkers 89 geringer und die Kraftstoffzuführung zum Motor wird reduziert, um die Drehgeschwindigkeit des Motors unter Kontrolle zu halten. Der Formerkreis 93 ist dazu da, die notwendige Kraftstoffmenge in Einklang mit der Steigerung der Drehgeschwindigkeit des Motors zu verändern, um eine Rückwirkung zum Fahrer des Motors zu garantieren. Des weiteren wird die Leerlauf-Drehgeschwindigkeit in Einklang mit der geringen vom Fahrer eingestellten Kraftstoffmenge verändert. Das gewährleistet einen reibungslosen Übergang von der Steuerung durch den Verstärker 92 zur Steuerung durch den Stromkreis 91. Weiterhin werden Totwege in der durch den Fahrer betätigbaren Steuerung ausgeschlossen.

Die Schaltungsanordnung für die Regelwirkung kann auf verschiedene Weise verändert werden, zum Beispiel um die Leerlauf-Drehgeschwindigkeit mit der Motortemperatur zu verändern, um eine Veränderung der maximalen Kraftstoffzufuhr in Einklang mit dem Luftdruck der Umgebung oder der Temperatur herbeizuführen.

Weiterhin sind Veränderungen hinsichtlich der maximalen Kraftstoffzufuhr entsprechend dem Druck der in den Motor eingebrachten Luft möglich, sowie auch eine zusätzliche Kraftstoffzufuhr beim Starten des Motors bei Kälte und Veränderungen der Kraftstoffmenge bei heißem Motor.

Fig. 6 zeigt eine Zweistufenregler-Schaltungsanordnung für

die Signalgebung an die Eingänge 70; 73. Es ist selbstverständlich, daß diese Schaltungsanordnung in Fig. 6 durch eine solche mit All-Geschwindigkeitsregler- oder Isochronregler-Charakteristik ersetzt werden kann.

Zusätzlich dazu können die Reglerkreise aus Fig. 4 u. 5 zur Steuerung der Zündung benutzt werden, wenn es sich bei dem Motor um einen solchen mit Funkenzündung handelt. Der Zeitpunkt der Kraftstoffzufuhr kann ebenfalls variiert werden für Startzwecke entsprechend der Temperatur des Motors.

Erfindungsanspruch

1. Kraftstoffeinspritzanlage mit elektrisch gesteuerten Pumpe-Düseneinrichtung für Verbrennungsmotoren, wobei die Pumpe-Düseneinrichtungen folgende Merkmale aufweisen:
- der Kolben der Pumpeneinheit ist für den Druckhub mittels elektromagnetischen Betätigungselementen entgegen Federkraft bewegbar bzw. festhaltbar;
 - dem Kolben ist ein von ihm betätigbares Ventilelement für den Kraftstoffeinlaß zugeordnet;
 - der Düsenkopf ist in den Brennraum des Motorzylinders mündend angeordnet und das vorgesehene elektronische Steuergerät Baugruppen enthält, die sowohl das zur Motorstellung taktrichtige Einschalten für die elektromagnetischen Betätigungselemente für den Druckhub bewirken, als auch die einzuspritzende Kraftstoffmenge bestimmen, gekennzeichnet durch folgende Merkmale,
 - eine Baugruppe zum Einschalten des Stromkreises (65) für die elektromagnetischen Betätigungselemente (34);
 - eine Baugruppe zum Abschalten des Stromkreises (65) für die elektromagnetischen Betätigungselemente (34), wobei der Zeitpunkt des Abschaltens von einem Signal das der notwendigen Kraftstoff-Einspritzmenge entspricht und einem Signal, das den Zeitpunkt des Einspritzbeginns beinhaltet, bestimmt ist;
 - eine Baugruppe zum Bestimmen der notwendigen Kraftstoff-Einspritzmenge mit Reglerfunktion, deren Ausgang mit einem Eingang der Baugruppe zum Abschalten des Stromkreises (65) verbunden ist;
 - eine Baugruppe zum Steuern des Einspritzbeginns, deren Ausgang mit einem Eingang der Baugruppe zum Abschalten des Stromkreises (65) verbunden ist.

2. Kraftstoffeinspritzanlage nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Baugruppe zum Steuern des Einspritzbeginns einen Speicher (74) aufweist, der auf Eingabe des Signals der lastabhängigen Kraftstoffmenge und der Drehgeschwindigkeit des Motors, ein Signal abgibt, das den Zeitpunkt des Einspritzbeginns beinhaltet.
3. Kraftstoffeinspritzanlage nach Punkt 2, gekennzeichnet dadurch, daß eine Baugruppe zum Bilden von Signalen, die der Drehstellung des Motors entsprechen, vorhanden ist, deren Ausgang mit einem Eingang der Baugruppe zum Abschalten des Stromkreises (65) verbunden ist.
4. Kraftstoffeinspritzanlage nach Punkt 3, gekennzeichnet dadurch, daß am Kolben (26) der Pumpeneinheit ein Geber angeordnet ist, dessen Ausgangssignal der Baugruppe zum Einschalten des Stromkreises (65) angeschlossen ist, wobei in dieser Baugruppe ein Einschaltssignal ausgelöst wird, wenn Gleichheit der Signale der notwendigen und der durch Hub des Kolbens (26) angesaugten Kraftstoffmenge besteht.
5. Kraftstoffeinspritzanlage nach Punkt 4, gekennzeichnet dadurch, daß dem Eingang zum Einschalten des Stromkreises (65) ein Oder-Tor (66) vorgeschaltet ist, an dessen einem Eingang eine Baugruppe zum Bestimmen des spätestmöglichen Einspritzbeginns angeschlossen ist, wobei an Eingängen dieser Baugruppen Ausgangssignale der Baugruppe zum Steuern des Einspritzbeginns und der Baugruppe zum Bilden von Signalen, die der Drehstellung des Motors entsprechen, anliegen.
6. Kraftstoffeinspritzanlage nach Punkt 5, gekennzeichnet dadurch, daß zwei Speicher (82;83) vorhanden sind, wobei der erste Speicher (82) den Einspritzzeitpunkt der vorherigen Einspritzung der jeweiligen Pumpe-Düseneinrichtung und der zweite Speicher (83) die vorherige Einspritzmenge jeweils hält und die entsprechenden Signale der Pumpe

- gruppe zum Abschalten des Stromkreises (65) eingangsseitig zugeführt werden.
7. Kraftstoffeinspritzanlage nach Punkt 6, gekennzeichnet dadurch, daß die Baugruppe zum Bestimmen der notwendigen Kraftstoffeinspritzmenge eine Reglerschaltung aufweist, der eingangsseitig Signale für Motor Parameter und die Drehgeschwindigkeit des Motors angelegt sind.
 8. Kraftstoffeinspritzanlage nach Punkt 3, gekennzeichnet dadurch, daß der Ausgang der Baugruppe zum Auslösen von Signalen zur Drehstellung des Motors dem Eingang der Baugruppe zum Einschalten des Stromkreises (65) angeschlossen ist.
 9. Kraftstoffeinspritzanlage nach Punkt 8, gekennzeichnet dadurch, daß am Kolben (26) der Pumpeneinheit ein Geber angeordnet ist, dessen Ausgangssignal der Baugruppe zum Abschalten des Stromkreises (65) eingangsseitig angeschlossen ist.
 10. Kraftstoffeinspritzanlage nach Punkt 9, gekennzeichnet dadurch, daß die Baugruppe zum Bestimmen der notwendigen Kraftstoffeinspritzmenge eine Reglerschaltung aufweist, der eingangsseitig die Signale für die Einstellungsparameter des Motors und für seine Drehgeschwindigkeit angeschlossen sind.
 11. Kraftstoffeinspritzanlage nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß bei Vorhandensein einer Anzahl von Pumpe-Düseneinrichtungen (10), jede derselben einen induktiven Geber für den Kolbenweg aufweist und jeder ein Stromkreis (65) zum Erregen der elektromagnetischen Betätigungselemente (34) zugeordnet ist, und über ein Netzwerk (84) die einzelnen Geber in den Pumpe-Düseneinrichtungen (10) an einen Dekodierkreis (71) angeschlossen sind und auch die

217116

- 28 -

56 550 27

AP F 02 M/ 217 116

Baugruppen zum Ein- und Abschalten der Stromkreise (65) und die Stromkreise (65) selbst über ein weiteres Netzwerk (85) verbunden sind.

Hierzu 4 Seiten Zeichnungen

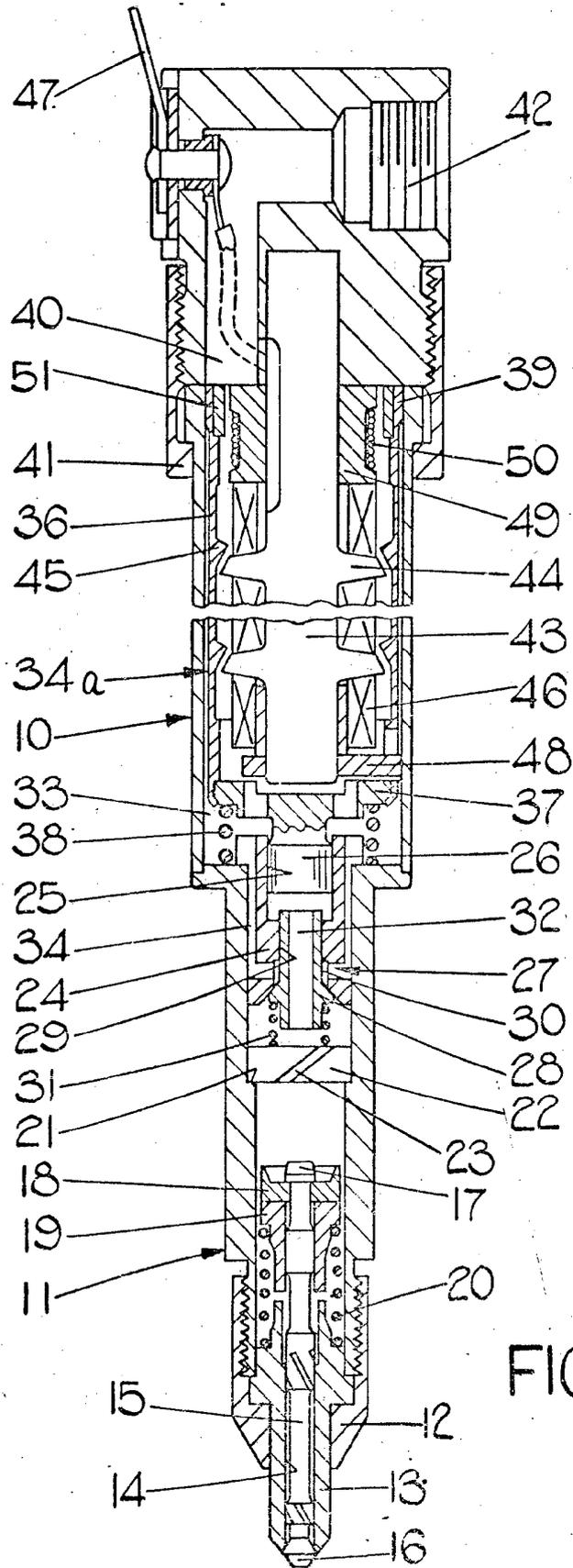


FIG. 1.

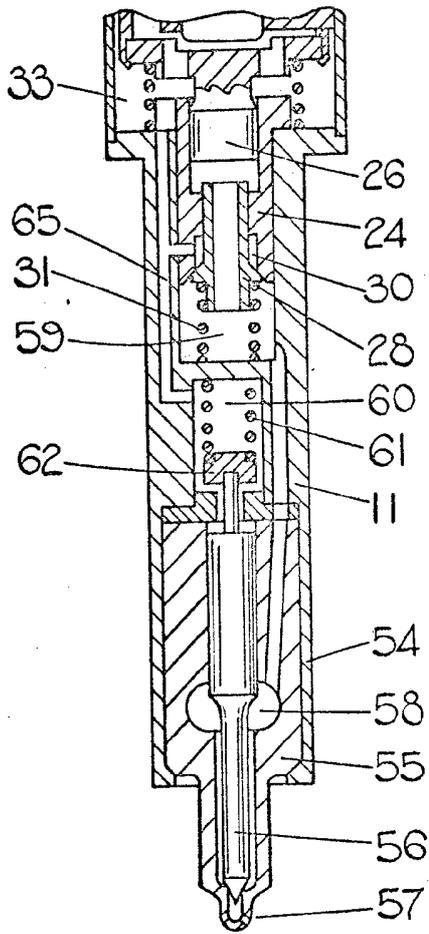


FIG. 2.

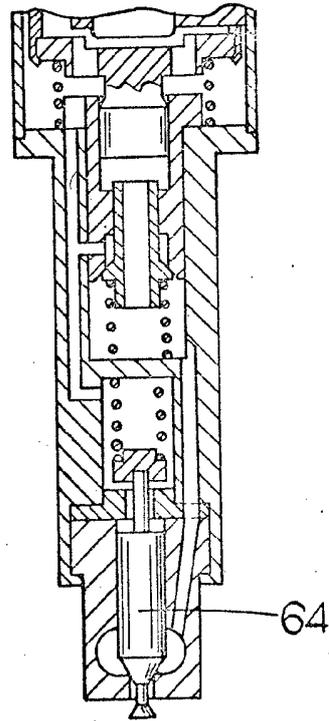


FIG. 3.

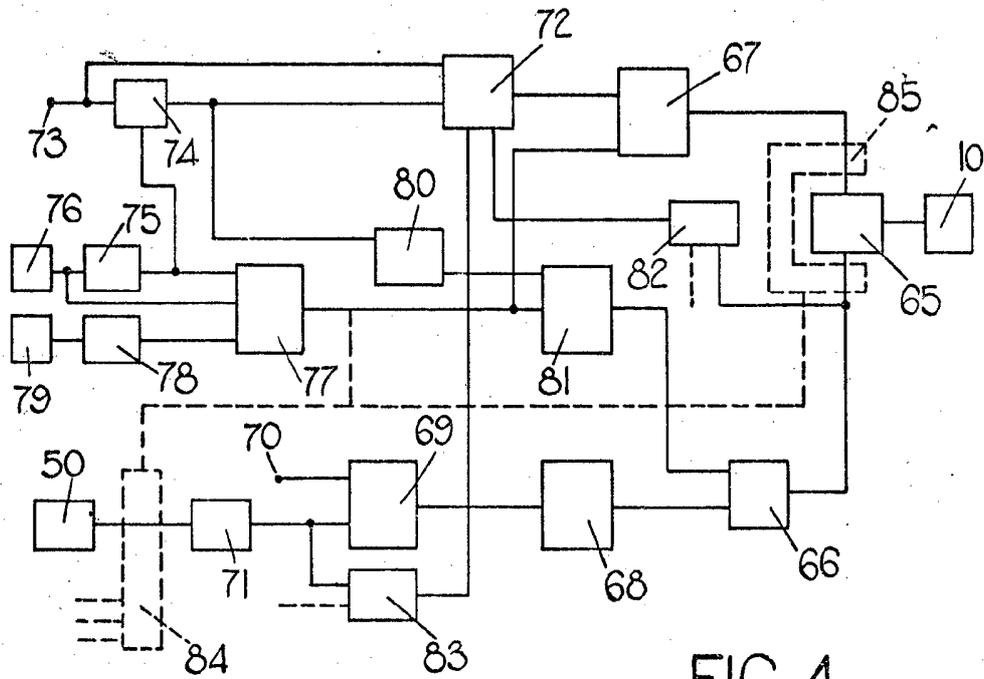


FIG. 4.

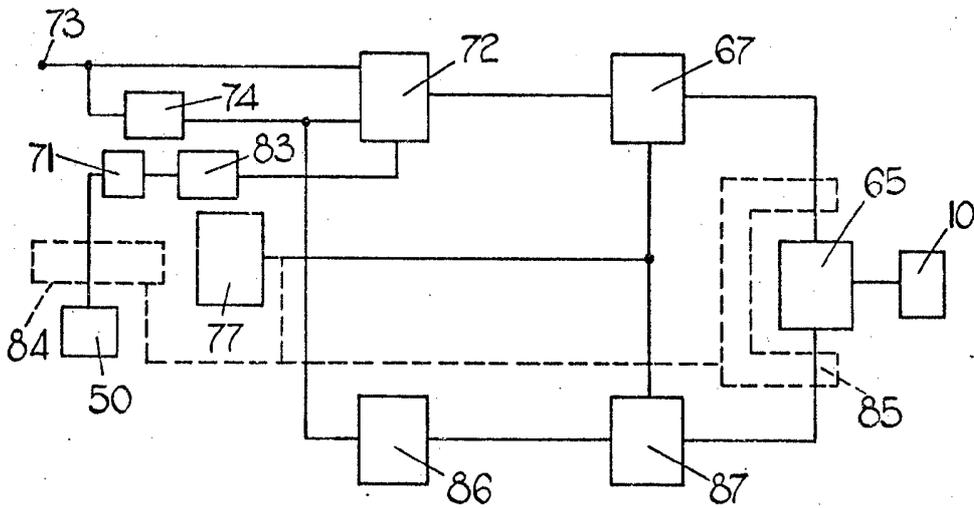


FIG. 5.

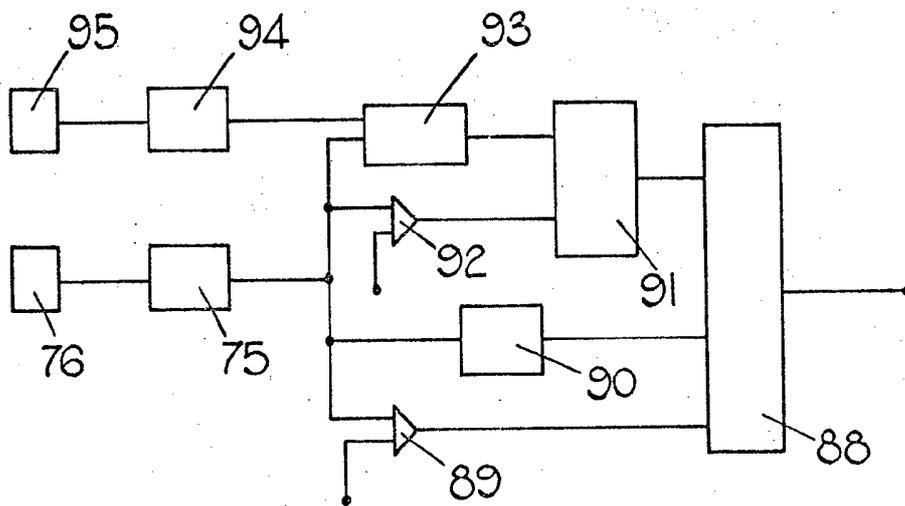


FIG. 6.

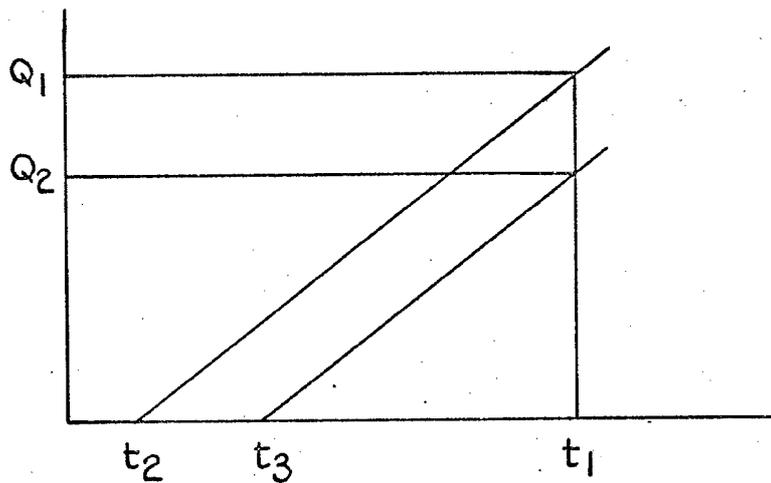


FIG. 7.