



EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

Anmeldenummer: 87100365.3

Int. Cl.4: F02D 31/00 , F02D 41/38

Anmeldetag: 14.01.87

Priorität: 30.05.86 DE 3618227

Anmelder: VDO Adolf Schindling AG
Gräfstrasse 103
D-6000 Frankfurt/Main(DE)

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.12.87 Patentblatt 87/49

Erfinder: Mann, Arnold
Im Streitfeld 5
D-6465 Biebergemünd(DE)

Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB SE

Vertreter: Klein, Thomas, Dipl.-Ing. (FH)
Sodener Strasse 9 Postfach 6140
D-6231 Schwalbach a. Ts.(DE)

Einrichtung zur Steuerung der Drehzahl eines Dieselmotors.

In einer Einrichtung zur Steuerung der Drehzahl eines Dieselmotors in Abhängigkeit von einem willkürlich betätigbaren mechanischen Betätigungselement eines elektrischen Sollwertgebers (2) ist ein von dem Sollwertgeber angesteuerter elektronischer Regler (4) vorgesehen, dessen Ausgang über ein elektromotorisches Stellglied (12) mit einem die Fördermenge einer Einspritzpumpe (22) beeinflussenden Verstellhebel (17) in Verbindung steht. In den elektronischen Regler (4) kann ein elektrisches Drehzahlsignal eingespeist werden. Zur Begrenzung der Drehzahl des Dieselmotors ist der elektronische Regler mit einer Grenzdrehzahlregelung ausgebildet. Außerdem ist ein mechanischer Grenzdrehzahlregler (8) mit der Einspritzpumpe (22) gekuppelt. Der mechanische Grenzdrehzahlregler ist auf das Abregeln der Fördermenge bei einer Sicherheitsgrenzdrehzahl (n_{s0}) eingestellt, die höher als die Enddrehzahl (n_{v0}) ist, ab welcher der elektronische Regler abregelt.

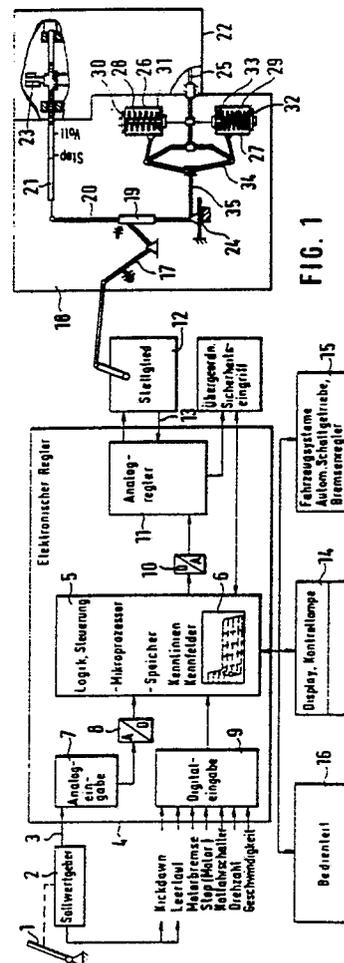


FIG. 1

EP 0 247 271 A2

Einrichtung zur Steuerung der Drehzahl eines Dieselmotors.

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Steuerung der Drehzahl eines Dieselmotors nach dem Oberbegriff des Anspruchs I.

Im Rahmen einer zentralen Motor- und Fahrzeugregelung und Überwachung für Nutzkraftwagen ist es bekannt, einen elektronischen Regler einzusetzen, der eine Vielzahl komplexer Regel-, Begrenzungs- und Überwachungsfunktionen ausführen kann. Er dient insbesondere zur Übertragung der von dem Fahrer vorgegebenen Stellung des Fahrpedals (Gaspedals) auf elektrischem Wege zu der Regelstange einer Einspritzpumpe, die mit einem elektromotorischen Stellglied verstellt wird.

Weil die Leistungs-(Last-) und Drehzahlsteuerung des Dieselmotors grundsätzlich über die Kraftstoffmenge ohne Drosselung der Ansaugluft erfolgt, kann bei festgehaltener Regelstange die Drehzahl eines unbelasteten Dieselmotors bis zur Selbstzerstörung steigen. Aus diesem Grund ist generell ein Drehzahlregler mit Höchstdrehzahlbegrenzung erforderlich. Es liegt nahe, die Funktion der Höchstdrehzahlbegrenzung mit dem elektronischen Regler auszuführen, da dieser ohne großen Aufwand vielseitig ausgebildet werden kann. Obwohl sich die elektronischen Bauelemente und Baueinheiten, aus denen elektronische Regler bestehen, allgemein durch eine hohe Zuverlässigkeit auszeichnen, besteht jedoch hinsichtlich einiger kritischer Funktionen, wie der Höchstdrehzahlbegrenzung, noch die Befürchtung, daß der elektronische Regler gelegentlich gestört sein kann (beispielsweise soft fail).

Andererseits gehören fliehkraftgesteuerte Drehzahlregler, insbesondere als Leerlauf- und Enddrehzahlregler, zum Stand der Technik, die unmittelbar an die Einspritzpumpen angebaut sind und über ein Gestänge, insbesondere Verstellbolzen und Gelenke, die teilweise verschiebbar geführt sind, auf die Regelstange einwirken. Obwohl diese fliehkraftgesteuerten Drehzahlregler die grundsätzlichen Nachteile feinmechanischer Einrichtungen aufweisen, wie verhältnismäßig hohe Fertigungskosten bei gewünschter genauer Funktion, sowie einem Verschleiß unterliegen, gelten sie als zuverlässig und störungsfrei. Gleichwohl wurde bisher lediglich bekannt, den fliehkraftgesteuerten Drehzahlregler in seiner Gesamtheit, also mit sämtlichen Funktionen, durch einen elektronischen Rechner zu ersetzen, der mit verstärkten Ausgangssignalen einen die Regelstange gegen eine Feder verstellenden elektrischen Linearmagneten steuert. Ein elektrischer Sensor kann dabei die Position des Stell-

werks an den elektronischen Regler rückmelden (VDO Information "Regelelektronik im NKW"; Bosch, Kraftfahrzeugtechnisches Taschenbuch, 19. Auflage, Seite 385).

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Vorteile der elektrischen Übertragung der Fahrpedalstellung auf die Regelstange der Einspritzpumpe mit einem elektronischen Regler, nämlich insbesondere die Vielzahl der mit einem verhältnismäßig geringen Aufwand realisierbaren Überwachungs- und Regelfunktionen zu kombinieren mit einer zweifelsfreien Zuverlässigkeit der Enddrehzahlbegrenzung des Dieselmotors, und zwar in einer für den Betrieb des Dieselmotors harmonischen Weise.

Diese Aufgabe wird durch die in dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs I angegebene Erfindung gelöst.

Das Prinzip der Erfindung besteht darin, daß der elektronische Regler zur Ausübung einer Abregelfunktion der Fördermenge bei einer vorgegebenen Grenzdrehzahl eingerichtet ist, so daß er normalerweise den Dieselmotor mit einer gewünschten, an dem Regler leicht einstellbaren Kennlinie (Proportionalgrad oder P-Grad) abregelt. Der elektronische Regler kann dabei außerdem eine Vielzahl anderer, insbesondere drehzahl- und geschwindigkeitsabhängiger Funktionen übernehmen, beispielsweise zur Regelung der Leerlaufdrehzahl und zur Begrenzung der Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs. Für den nur extrem selten zu erwartenden Fall, daß der elektronische Regler bei der normalen Enddrehzahl (Grenzdrehzahl) nicht bestimmungsgemäß abregelt, ist ein einfacher mechanischer Enddrehzahlregler an die Einspritzpumpe angebaut, der ausschließlich zur Abregelung bei einer Sicherheitsgrenzdrehzahl eingerichtet und damit verhältnismäßig wenig aufwendig ist. Die genannte Sicherheitsgrenzdrehzahl ist dabei höher eingestellt als die Grenzdrehzahl, bei welcher der elektronische Regler abregelt, so daß der mechanische Enddrehzahlregler normalerweise nicht auf die Regelstange einwirkt. Dies geschieht nur, wenn die Drehzahl des Dieselmotors um eine vorgegebene Drehzahlspanne die normale Grenzdrehzahl überschreitet. - Die Drehzahlspanne kann dabei im Hinblick auf den vorgegebenen Regelverlauf der mit dem elektronischen Regler ausgeübten Abregelfunktion eingestellt werden und beträgt beispielsweise in einem typischen Fall etwa 100 U/min.

Es können also sämtliche Vorteile der elektronischen Drehzahlregelung des Dieselmotors bei gesteigerter Zuverlässigkeit des Abregelns bewahrt werden. Hierzu gehört insbesondere die feinfühligkeitsfunktion, die nicht durch eine

Kinematik des mechanischen Enddrehzahlreglers bestimmt ist. Vorteilhaft sind ferner die vielen Regel- und Steuerfunktionen, die in Abhängigkeit von anderen Größen, wie der Geschwindigkeit des Fahrzeugs, durch den elektronischen Regler gebildet wurden und sich auf das elektromotorische Stellglied der Regelstange sowie auf andere Fahrzeugsysteme, wie automatische Schaltgetriebe und Bremsregler, auswirken können. Insgesamt kann beispielsweise trotz einfachen Aufbaus des mechanischen Enddrehzahlreglers, der nur ab Erreichen der Sicherheitsgrenzdrehzahl abregelt, mit dem elektronischen Regler eine Leerlaufdrehzahlregelung oder darüber hinaus eine Alldrehzahlregelung durchgeführt werden, in der der elektronische Regler in Abhängigkeit von der Stellung des Leistungssollwertgebers jeweils eine annähernd konstante Motordrehzahl einregelt. Solche Alldrehzahlregler werden beispielsweise für Nutzkraftwagen mit Nebenantrieben oder für Baumaschinen eingesetzt, um verschiedene vorgegebene Drehzahlen konstant zu halten.

Vorteilhaft ist weiter, daß Zusatzkosten für Änderungen des mechanischen Enddrehzahlreglers weitgehend entfallen, da die für ihn vorgesehenen Elemente, insbesondere das Gehäuse, nach wie vor verwendet werden können, soweit diese nicht ganz entfallen, wie beispielsweise die Feder für eine Leerlaufdrehzahlregelung.

Insgesamt kann erfindungsgemäß die Intelligenz des elektronischen Reglers mit der Sicherheit konventioneller mechanischer Enddrehzahlregler kombiniert werden und die Abregelfunktion insofern verbessert werden, indem der mechanische Enddrehzahlregler normalerweise nicht in diese Funktion eingreift.

In weiterer Ausgestaltung der Einrichtung ist als mechanischer Enddrehzahlregler ein Fliehkraftregler vorgesehen, der mit einer Regelstange der Einspritzpumpe verbunden ist, welche Regelstange außerdem über den Verstellhebel mit dem elektromotorischen Stellglied des elektronischen Reglers in Verbindung steht. Sämtliche Drehzahlregelungs- und begrenzungs-funktionen werden somit über den Verstellhebel auf die Regelstange übertragen. Der Montageaufwand für die übliche Anordnung des elektromotorischen Stellglieds ist gering. Der Fliehkraftregler bildet in üblicher Weise mit der Einspritzpumpe eine Einheit. Es ist somit möglich, auch nachträglich ohne Schwierigkeiten eine Einspritzpumpe mit einem modifizierten, aber äußerlich konventionellen Fliehkraftregler mit einem ebenfalls üblichen elektromotorischen Stellglied auszurüsten. Das elektromotorische Stellglied hat dabei im Vergleich

zu einem elektrischen Linearmagneten den zusätzlichen Vorteil der größeren Zuverlässigkeit insbesondere gegen störende Fremdkörper (Späne).

Gemäß Anspruch 3 weist der Fliehkraftregler ausschließlich Endregelfedern als der Fliehkraft entgegenwirkende Rückstellelemente auf. Da somit insbesondere keine Leerlaufeder vorhanden ist, können auch die Konstruktionsmerkmale des Fliehkraftreglers entfallen, welche die Abstützung der Leerlaufeder und den sukzessiven Angriff der Leerlaufeder und der Endregelfedern an dem Fliehgewicht betreffen.

Die Leerlaufdrehzahlregelung wird nach Anspruch 5 vorteilhaft ebenfalls von dem elektronischen Regler übernommen.

Nach Anspruch 7 können zusätzlich zu der Abregelfunktion bei Erreichen der Grenzdrehzahl in den elektronischen Regler noch weitere Funktionen der Motor- und Fahrzeugregelung integriert werden, insbesondere eine willkürlich einstellbare Anhebung der Leerlaufdrehzahl (Handgas), das Abstellen des Dieselmotors, wozu sonst ein weiteres Betätigungselement etwa in Form eines Hydraulikzylinders notwendig ist, eine Motorbremssteuerung, eine Geschwindigkeitsregelung zur Aufrechterhaltung der Fahrzeuggeschwindigkeit, eine willkürliche einstellbare Drehzahl- und Geschwindigkeitsbegrenzung, die mit einem weiteren Stellglied auf einen variablen Anschlag des Verstellhebels an der Einspritzpumpe einwirken kann, eine geregelte Beschleunigung bei voll betätigtem Fahrpedal zur Anfahrsteuerung sowie eine Leistungsreduzierung bei kritischen Betriebszuständen zum Fahrzeug- und Motorschutz.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels mit drei Figuren erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung der Einrichtung mit einem elektronischen Regler und einem Fliehkraftregler an einer Einspritzpumpe,

Fig. 2 eine Reglerkennlinie der Einrichtung nach Fig. 1,

Fig. 3a und 3b eine Einzelheit des Fliehkraftreglers bei verschiedenen Drehzahlen, und zwar

Fig. 3a unterhalb der Sicherheitsgrenzdrehzahl und

Fig. 3b nach Überschreiten der Sicherheitsgrenzdrehzahl.

In Fig. 1 ist dargestellt, wie zu einer elektrischen Übertragung einer Fahrpedalstellung auf eine Einspritzpumpe ein Fahrpedal 1 mit einem Sollwertgeber², einem Potentiometer, mechanisch verbunden ist. Sein Ausgang steht über eine Leitung 3 mit einem elektronischen Regler in Verbindung, der allgemein mit 4 bezeichnet ist. Der elektronische Regler enthält im wesentlichen eine digitale Logik- und Steuerungsschaltung 5, die mit

einem Mikroprozessor mit Speichern aufgebaut sein kann. Die Schaltung ist dabei so ausgebildet, daß sie Regelkennlinienfelder, die bei 6 angedeutet sind, erzeugt. Eine Regelkennlinie eines solchen Feldes wird noch im Blick auf Fig. 2 besprochen werden. - In der digitalen Logik- und Steuerungsschaltung erfolgt unter anderem ein Vergleich zwischen dem Sollwertsignal, welches über die Leitung 3, eine Analogeingabeschaltung 7 und einen Analogdigitalumsetzer 8 in die digitale Logik- und Steuerungsschaltung 5 eingespeist wird, mit einem Istwertsignal insbesondere der Drehzahl, welches in eine Digitaleingabeschaltung 9 eingespeist wird. Ein Signal entsprechend der Abweichung zwischen Istwertsignal und Sollwertsignal wird an Ausgängen der digitalen Logik- und Steuerungsschaltung 5 über einen Digital-Analogumsetzer 10 in einen Analogregler II eingespeist, der als Nachlaufregler ausgebildet ist. Der Analogregler gibt ein Signal an ein elektromotorisches Stellglied 12, welches mit einem Sensor zur Rückmeldung der Stellung gekuppelt ist. Eine Stellungsmeldung erfolgt über eine Leitung 13 zurück zu dem Analogregler II.

Die digitale Logik- und Steuerungsschaltung liefert zusätzliche Signale zum Betrieb von Anzeigen 14 sowie zur Ansteuerung weiterer Fahrzeugsysteme, wie eines automatischen Schaltgetriebes oder eines Bremsenreglers, die bei 15 angedeutet sind. Zur Eingabe zusätzlicher Werte, beispielsweise eines Geschwindigkeitshaltesignals, ist ein Bedienteil 16 vorgesehen, welches ebenfalls mit der digitalen Logik- und Steuerungsschaltung 5 in Verbindung steht. - Weitere Signale werden in den elektronischen Regler über die Digitaleingabeschaltung 9 eingespeist. Die Art dieser Signale geht aus der Beschriftung der Fig. 1 hervor. Dabei werden die Signale für Kick down, Leerlauf, Motorbremse, Stop, Notfahrshalter durch Kontakte eingegeben, während die Drehzahl- und Geschwindigkeitssignale als Impulsfolgen von üblichen Gebern eingespeist werden. Die mit diesen Signalen gesteuerten Funktionen werden nicht weiter beschrieben, da sie nicht zum Kern der vorliegenden Erfindung gehören, sie dienen lediglich zum Hinweis, daß der elektronische Regler universell zur Ausübung dieser Funktionen ausgebildet ist und nicht nur zur Abregelung des Dieselmotors über die Einspritzpumpe beim Erreichen der Grenzdrehzahl.

Die Drehzahlregelung des Dieselmotors erfolgt durch das elektromotorische Stellglied 12, welches mechanisch mit einem Verstellhebel 17 eines Fliehkraftreglers 18 gekuppelt ist. Der Verstellhebel 17 wirkt über einen Gleitstein 19 und ein einstellbares Gestänge 20 auf eine Regelstange 21, die in einer Einspritzpumpe 22 die Fördermenge durch Verdrehen von Pumpenkolben 23 vorgibt. Die Stellung des Gestänges 20 kann durch Verschieben dessen

unterer Lagerung 24 in dem Fliehkraftregler variiert werden. Dazu weist der Fliehkraftregler eine mit einer der Dieselmotor-proportionalen Drehzahl angetriebene Welle 25 auf, an der radial verschiebbare Fliehgewichte 26, 27 paarweise gegenüberstehend angebracht sind. Die Fliehgewichte können entgegen der Kraft von Endregelfedern 28 und 29 verschoben werden. Dabei stützen sich die Endregelfedern beidseitig an Federtellern 30, 31 bzw. 32, 33 ab. Die Radialbewegung der Fliehgewichte wird über ein Kinematikgestänge 34 in die Verschiebung eines Verstellbolzens 35 umgewandelt, welcher die Lagerung 24 des Gestänges 20 verstellt.

Aus den Figuren 3a und 3b, in denen das Fliehgewicht 26 mit den mit ihm zusammenwirkenden Elementen genauer dargestellt ist, kann entnommen werden, daß die Endregelfeder 28 aus zwei koaxial angeordneten Einzelfedern 28a und 28b besteht. Das Fliehgewicht stützt sich auf einem Bund 36 ab, solange die Sicherheitsgrenzdrehzahl noch nicht erreicht ist, siehe Fig. 3a. Das Fliehgewicht entfernt sich erst von dem Bund bei Überschreiten der Sicherheitsgrenzdrehzahl, siehe Fig. 3b. Das Fliehgewicht verschiebt sich dann mehr oder weniger entsprechend der Differenz der aktuellen Ist Drehzahl zu der Sicherheitsgrenzdrehzahl. Diese Verschiebung wird in eine horizontale Verschiebung des Verstellbolzens 35 umgewandelt, mit dem durch die Regelstange 21 die Fördermenge abgeregelt wird.

Dieser Betriebsfall ist in dem äußerst rechten Teil der Regelkennlinie in Fig. 2 dargestellt, und zwar ab der Sicherheitsgrenzdrehzahl n_{s0} hin zu größeren Drehzahlwerten N . Die Neigung der mit einer unterbrochenen Linie dargestellten Fliehkraftreglerkennlinie entspricht dabei dem P-Grad des Fliehkraftreglers. Normalerweise wird aber dieser Fliehkraftregler nicht aktiviert, da die Sicherheitsgrenzdrehzahl n_{s0} nicht erreicht wird, denn bereits ab der normalen Grenzdrehzahl n_{v0} wird die Fördermenge mit dem elektronischen Regler 4 abgeregelt - siehe voll ausgezeichnete Linie in Fig. 2. Der Verlauf der Abregelfunktion kann in der digitalen Logik- und Steuerungsschaltung 5 optimiert sein, siehe Regelkennlinienfelder 6. Normalerweise wird also mit dieser optimierten Abregelfunktion bei Überschreiten der Grenzdrehzahl die Fördermenge reduziert. Erst wenn die normale Grenzdrehzahl n_{v0} um den Drehzahlwert Δn überschritten wird, greift der Fliehkraftregler wie beschrieben ein.

Die übrige in der digitalen Logik- und Steuerungsschaltung 5 realisierte Regelkennlinie kann konventionell sein:

Bei dem Punkt I wird mit einer Startmenge der kalte Motor gestartet, wobei das Fahrpedal durchgetreten ist. Bei Loslassen des Fahrpedals stellt der elektronische Regler 4 über das Stellglied 12 die Regelstange 21 in eine Leerlaufstellung bei II zurück. Der elektronische Regler 4 regelt eine vorgegebene Leerlaufdrehzahl unabhängig von der Belastung beispielsweise mit Hilfsaggregaten bei III ein. Wenn bei laufendem Dieselmotor das Fahrpedal durchgetreten wird, bewegt sich die Regelstange in eine konstante Vollaststellung zwischen den Punkten IV und V in dem zugeordneten Drehzahlbereich. Bei höheren Drehzahlen findet eine sogenannte Angleichung statt, bei der entsprechend der leicht geneigten Kennlinie die Regelstange mit zunehmender Drehzahl bis zu der Grenzdrehzahl n_{v0} die Fördermenge bei Vollast etwas verringert. Ab dem Punkt VI erfolgt dann bei der Grenzdrehzahl gleich der oberen Vollastdrehzahl die Endabregelung.

Ansprüche

1. Einrichtung zur Steuerung der Drehzahl eines Dieselmotors in Abhängigkeit von einem willkürlich betätigbaren mechanischen Betätigungselement eines elektrischen Sollwertgebers, insbesondere eines Fahrpedals eines Kraftfahrzeugs, mit einem von dem Sollwertgeber gesteuerten elektronischen Regler, dessen Ausgang über ein elektromotorisches Stellglied mit einem die Fördermenge einer Einspritzpumpe beeinflussenden Verstellhebel in Verbindung steht, wobei in dem elektronischen Regler ein elektrisches Drehzahl-signal einspeisbar ist und eine Enddrehzahlbegrenzung des Dieselmotors vorgesehen ist,

dadurch gekennzeichnet,
daß außer dem mit einer Enddrehzahlregel-funktion ausgebildeten elektronischen Regler (4) ein mechanischer, mit der Einspritzpumpe (22) verbundener Enddrehzahlregler (Fliehkraftregler 18) vorgesehen ist und daß der mechanische Enddrehzahlregler auf das Abregeln der Fördermenge bei einer Sicherheitsgrenzdrehzahl (n_{s0}) eingestellt ist, die höher als die Grenzdrehzahl (n_{v0}) ist, ab welcher der elektronische Regler abregelt.

2. Einrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß als mechanischer Enddrehzahlregler ein Fliehkraftregler (18) vorgesehen ist, der mit einer Regelstange (21) der Einspritzpumpe verbunden ist, und daß mit der Regelstange über den Verstellhebel (17) außerdem das elektromotorische Stellglied (12) in Verbindung steht.

3. Einrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Fliehkraftregler (18) ausschließlich Endregel-federn (28, 29) als der Fliehkraft entgegen-wirkende Rückstellelemente enthält.

4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1-3,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Enddrehzahlregler (Fliehkraftregler 18) auf eine Sicherheitsgrenzdrehzahl (n_{s0}) eingestellt ist, die etwa 100 UPM höher als die Grenzdrehzahl (n_{v0}) liegt, auf welche der elektronische Regler (4) eingestellt ist.

5. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,
daß der elektronische Regler (4) eine Struktur (digitale Logik- und Steuerschaltung) zur Regelung der Leerlaufdrehzahl aufweist.

6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1-4,
dadurch gekennzeichnet,
daß der elektronische Regler (4) als Alldrehzahlregler ausgebildet ist.

7. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,
daß der elektronische Regler (4) zusätzlich zur Ausübung einer oder mehrerer der nachfolgenden Betriebsweisen ausgebildet ist:

- willkürlich einstellbare Anhebung der Leerlaufdrehzahl (Handgas)
- Abstellen des Dieselmotors (Motorstop)
- Motorbremssteuerung
- Geschwindigkeitsregelung
- willkürlich einstellbare Drehzahl- und Geschwindigkeitsbegrenzung
- geregelter Beschleunigung bei voll betätigtem Fahrpedal (Anfahrsteuerung)
- Schutz vor unerwünschter Leistungsabgabe des Dieselmotors (Schutzfunktion).

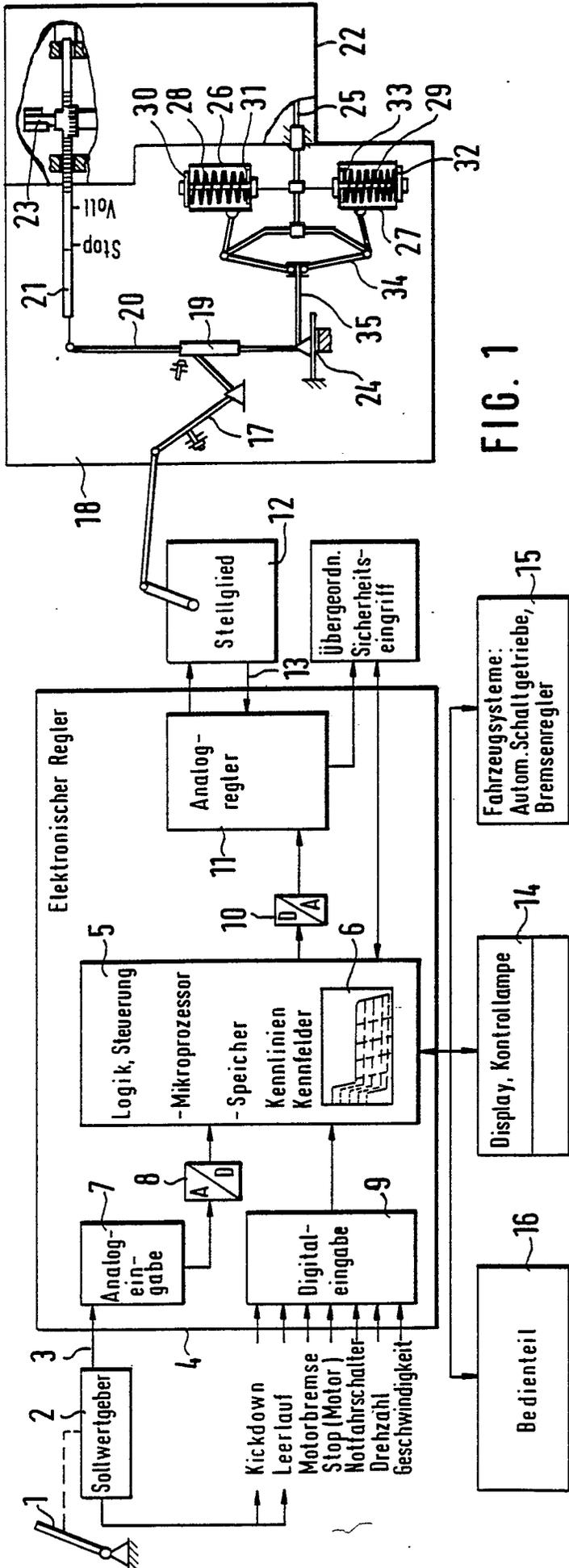


FIG. 1

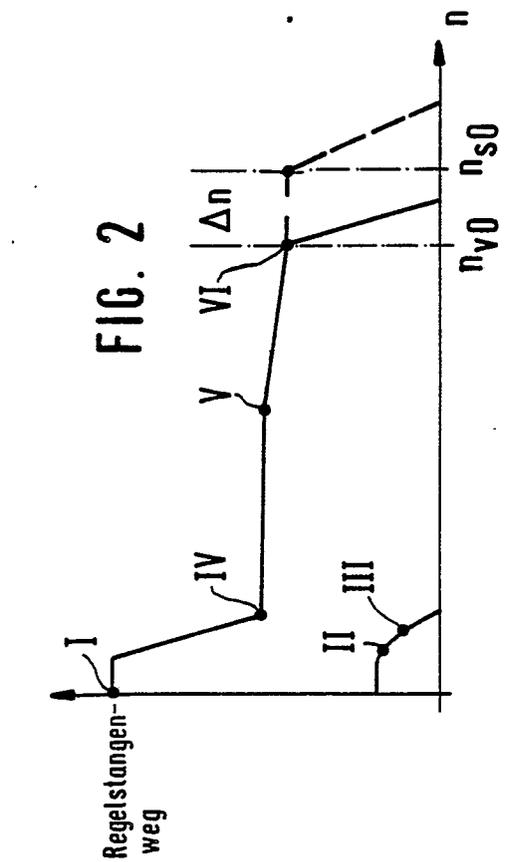


FIG. 2

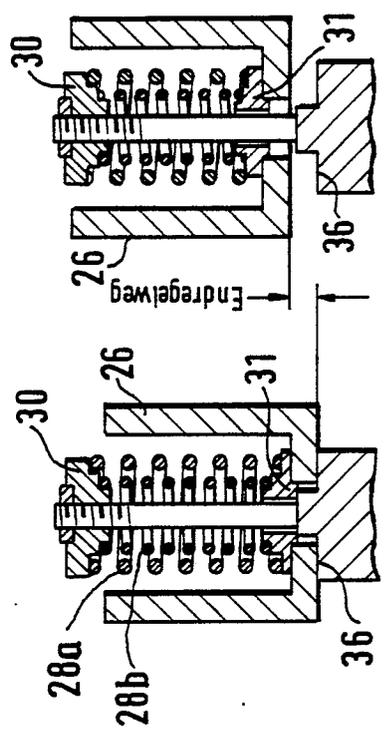


FIG. 3a

FIG. 3b