

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes
zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

0152 164

Int.Cl.³

3(51) F 01 M 9/00

AMT FUER ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP F 01 M/ 222 703
(31) P2929580.5

(22) 17.07.80
(32) 21.07.79

(44) 18.11.81
(33) DE

(71) MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NUERNBERG AKTIENGESELLSCHAFT, D 8900 AUGSBURG/DE;
(72) KOSCHEL, KURT; WUTTKE, GERO/DE;
(73) MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NUERNBERG AKTIENGESELLSCHAFT, D 8900 AUGSBURG/DE;
(74) INTERNATIONALES PATENTBUERO BERLIN, 1020 BERLIN, WALLSTRASSE 23/24

(54) SCHMIERSYSTEM FUER EINE BRENNKRAFTMASCHINE

(57) Ziel der Erfindung ist, ein sehr effektiv arbeitendes, kostenguenstig herstellbares Schmiersystem verfuegbar zu haben. Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, das Schmiersystem derart auszubilden, dass die Schmierstellen in Abhaengigkeit von der Maschinenlaufgeschwindigkeit mit entsprechend angepasster Menge zu einer bestimmten Zeit mit Schmieroel versorgt werden. Erfindungsgemaess sind an einer von einem Schmieroeldruckerzeuger mit Schmieroel regulierbaren Druckes versorgten Schmieroelhauptleitung ueber hiervon abzweigende Zulaufleitungen mehrere Oelverteilersysteme angeschlossen, von denen jeweils mehrere mit Schmierstellen verbundene Schmierleitungen wegfuehren, die intern an elektrisch steuerbare, eingangsseitig an der jeweiligen Zulaufleitung angekoppelte Oeldurchlaßsteuerelemente angeschlossen sind, deren elektrische Steuerelemente ueber Steuerleitungen mit einer elektronischen Zentralsteuereinheit verbunden sind, der die der Maschinenlaufgeschwindigkeit proportionalen Steuersignale zufuehrbar sind, dort durch spezielle Schaltungseinheiten ausgewertet und dahingehend verarbeitet werden, dass den Oeldurchlaßsteuerelementen der Oelverteilersysteme elektrische Impulse in bestimmter Reihenfolge, zu bestimmten Zeiten mit bestimmter zeitlicher Dauer zur Freigabe der Schmieroelleitungen und exakt dosierter Schmieroelmengen zu den einzelnen Schmierstellen zufuehrbar sind. — Fig.1 —

222703

-4-

Berlin, den 3. 11. 80

57 772 16

Schmiersystem für eine BrennkraftmaschineAnwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Schmiersystem zur Zuführung von Schmieröl zu einer Vielzahl räumlich verteilt angeordneter Schmierstellen an Brennkraftmaschinen mit einer Schmiereinrichtung und einer elektronischen Steuereinrichtung, der zur taktmäßigen Freigabe des Schmieröles der Maschinenlaufgeschwindigkeit proportionale elektrische Steuersignale zuführbar sind.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Durch die DE-OS 2 718 433 ist ein elektrisches Steuergerät bekannt, durch das der Laufgeschwindigkeit einer Maschine, genannt ist als Anwendungsfall eine Werkzeugmaschine, proportionale Meßsignale erzeugbar sind, die einer an das Steuergerät angeschlossenen Schmiereinrichtung zur Freigabe des Schmiermittels zuführbar sind. Das geschwindigkeitsproportionale Meßsignal wird von einem geregelten Antrieb der Maschine abgeleitet, in eine diesem proportionale Frequenz umgewandelt und einem einstellbaren Frequenzteiler zugeführt. Dieser Frequenzteiler wird von Hand auf eine bestimmte, die Schmierpausenzeit repräsentierende Impulsanzahl eingestellt. Nach Ablauf dieses eingestellten Wertes erscheint am Frequenzteiler ein Ausgangssignal, durch das eine ebenfalls von Hand einstellbare Schmierzeitstufe eingeschaltet wird, durch die für eine bestimmte Zeit ein Schmiervorgang freigegeben wird. Durch die von Hand einstellbare Einschaltzeit der Schmierzeitstufe ist unmittelbar auch die Schmiermittelmenge vorgegeben.

Über Art, Aufbau und Funktion der Schmiervorrichtung, außer-

-5 NOV 1980-8,14220

3. 11. 80

57 772 16

222703 - 2 -

dem über die Anzahl der zu schmierenden Stellen ist in dieser Vorveröffentlichung jedoch nichts ausgesagt, so daß diese für die Lösung der bei der Schmierung von beweglichen Teilen einer Brennkraftmaschine auftretenden Probleme keinen Hinweis geben kann.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, ein sehr effektiv arbeitendes, kostengünstig herstellbares Schmiersystem verfügbar zu haben.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht demgegenüber bei einem Schmiersystem der eingangs genannten Art darin, dieses derart auszubilden, daß die Schmierstellen in Abhängigkeit von der Maschinenlaufgeschwindigkeit mit entsprechend angepaßter Menge zu einer bestimmten Zeit mit Schmieröl versorgt werden und hierdurch eine örtlich exakte Schmierölauführung in einem genau definierten Bereich an den zu schmierenden Teilen in jedem Geschwindigkeitsbereich und jedem Belastungsfall der Brennkraftmaschine gewährleistet ist. Außerdem soll dieses Schmiersystem eine erhebliche Herstellungskosten senkung gegenüber vergleichbaren, rein mechanisch gesteuerten Schmiersystemen erbringen.

Die Aufgabe der Erfindung wird bei einem Schmiersystem zur Zuführung von Schmieröl zu einer Vielzahl räumlich verteilt angeordneter Schmierstellen mit einer Schmiereinrichtung und einer elektronischen Steuereinrichtung, der zur taktmäßigen Freigabe des Schmieröls der Maschinenlaufgeschwin-

3. 11. 80

57 772 16

222703 - 3 -

digkeit proportionale elektrische Steuersignale zuführbar sind, erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß an einer, von einem Schmieröldruckerzeuger mit Schmieröl regulierbaren Druckes versorgten Schmierölhauptleitung über hiervon abzweigende Zulaufleitungen mehrere Ölverteilersysteme angeschlossen sind, von denen jeweils mehrere mit Schmierstellen verbundene Schmierleitungen wegführen, die intern an elektrisch steuerbare, eingangsseitig an der jeweiligen Zulaufleitung angekoppelte Öldurchlaßsteuerelemente angeschlossen sind, deren elektrische Steuerelemente über Steuerleitungen mit einer elektronischen Zentralsteuereinheit verbunden sind, der die der Maschinenlaufgeschwindigkeit proportionalen Steuersignale zuführbar sind, dort durch spezielle Schaltungseinheiten ausgewertet und dahingehend verarbeitet werden, daß den Öldurchlaßsteuerelementen der Ölverteilersysteme elektrische Impulse in bestimmter Reihenfolge, zu bestimmten Zeiten mit bestimmter zeitlicher Dauer zur Freigabe der Schmierölleitungen und exakt dosierter Schmierölmengen zu den einzelnen Schmierstellen zuführbar sind.

Die Öldurchlaßsteuerelemente sind innerhalb eines Ölverteilersystems durch elektrohydraulische Servoventile gebildet, von denen jedes eingangsseitig über eine Abzweigung mit der Zulaufleitung und ausgangsseitig mit einer zu einer Schmierstelle führenden Schmierleitung sowie über eine elektrische Steuerleitung mit der elektronischen Zentralsteuereinheit verbunden ist.

Die Öldurchlaßsteuerelemente können innerhalb eines Ölverteilersystems auch aus einem elektrohydraulischen Servoventil, einem diesem nachgeordneten rotatorisch arbeitenden

3. 11. 80

57 772 16

222703 - 4 -

elektrohydraulischen Umschalter mit Gehäuse und Verteilerrotor bestehen, welcher letzterem ein Stellmotor als Antrieb und ein Sensor zur Abführung seiner Schaltstellung beigeordnet sind. Das Servoventil, der Stellmotor und der Sensor sind über je eine elektrische Steuerleitung mit der elektronischen Zentralsteuereinheit verbunden. Der Verteilerrotor weist ein Zulaufreservoir auf, das zulaufseitig an der durch das Servoventil freigebbaren Zuleitung mit Schmieröl versorgt wird und an einen rotorinternen Verteilerkanal angeschlossen ist, der in jeder Ruhelage des Verteilerrotors an eine oder mehrere der ins Gehäuse einmündenden Schmierleitungen angeschlossen ist.

Eine andere Ausführung besteht darin, daß die Öldurchlaßsteuerelemente innerhalb eines Ölverteilersystems aus einem rotatorisch arbeitenden hydraulischen Umschalter mit Gehäuse und Verteilerrotor bestehen, welcher letzterem ein Stellmotor als Antrieb sowie ein Sensor zur Abführung seiner Schaltstellungen beigeordnet sind. Der Stellmotor und der Sensor sind über je eine elektrische Steuerleitung mit der elektronischen Zentralsteuereinheit verbunden. Der Verteilerrotor weist ein Zulaufreservoir auf, das zulaufseitig aus der Zulaufleitung mit Schmieröl versorgt wird und rotorintern an einen Verteilerkanal angeschlossen ist, der in jeder zweiten Ruhestellung des Verteilerrotors während der Schmierphasen an eine oder mehrere der ins Gehäuse einmündenden Schmierleitungen, während der Schmierpausen jedoch in Zwischenstellungen stehend nicht an die Schmierleitungen angeschlossen ist.

Die elektronische Zentralsteuereinheit weist einen Mikroprozessor zur Steuerung der Schmierölfreigabe aller einzelnen

3. 11. 80

57 772 16

222703

- 5 -

Schmierölleitungen der Brennkraftmaschine sowie weiterer Funktionen, wie der Steuerung des Schmieröldruckerzeugers, und weitere Schaltbaugruppen, wie Verstärkerschaltungen, zur Verstärkung der den Mikroprozessor verlassenden Steuerungssignale auf.

Der in der elektronischen Zentralsteuereinheit angeordnete Mikroprozessor besteht aus einer Zentralprozessoreinheit, wenigstens einem Lese-Speicher als Festwertspeicher für Anwenderprogramme, wenigstens einem Schreib-Lese-Speicher als Arbeitsspeicher des Systems, einer Taktquelle, einer Zeitbasis und gegebenenfalls einer Zusatzlogik. Diese Teile sind an einen allen gemeinsamen zentralen, mehradrigen Datenverteilerkanal (Data-Bus) angeschlossen, an den andererseits auch die zu den elektrischen Bauteilen der einzelnen Ölverteilersysteme führenden Steuerleitungen sowie ein von der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine gesteuerter digital inkremental oder analog arbeitender Drehmelder angeschlossen ist. Im Falle analoger Arbeitsweise ist dem Drehmelder ein dessen erzeugte Spannungen in entsprechende digitale Signale umwandelnder und in der elektronischen Zentralsteuereinheit dem Mikroprozessor vorgeschalteter Analog-Digital-Wandler nachgeschaltet.

Jedem Ölverteilersystem ist zur Freigabe von dessen Schmierleitungen ein in der elektronischen Zentralsteuereinheit angeordneter elektronischer Steuerschaltungsmodul zugeordnet.

Jedem Steuerschaltungsmodul der elektronischen Zentralsteuereinheit ist zum Erhalt wegabhängiger und maschinenlaufgeschwindigkeitsproportionaler Steuersignale ein Steuerschalter vorgeschaltet, der feststehend angeordnet durch ein an

3. 11. 80

57 772 16

222703 - 6 -

diesem vorbeibewegbares, an einem beweglichen Teil der Brennkraftmaschine, beispielsweise dem Kreuzkopf, angeordnetes Auslöseelement, begrenzt durch die Länge des letzteren, direkt Beginn, Dauer und Ende der Aktivierung des jeweils angeschlossenen Steuerschaltungsmoduls und damit auch direkt Beginn, Dauer und Ende eines Schmiervorganges markiert.

Weiterhin ist vorgesehen, daß zur Aktivierung des jeweiligen Steuermoduls nur in einer Richtung der Relativbewegung zwischen Steuerschalter und Auslöseelement dem Steuerschalter in Bewegungsrichtung des Auslöseelementes ein Richtungskontrollschalter vorgeschaltet und ein weiterer Richtungskontrollschalter nachgeschaltet sind, die beide ebenfalls durch das Auslöseelement aktivierbar und über Steuerleitungen mit dem an den Steuerschalter angeschlossenen Steuerschaltungsmodul verbunden sind.

Jeder Steuerschaltungsmodul der elektronischen Zentralsteuer-einheit besteht aus einem Flip-Flop und einem UND-Gatter, dessen erster Eingang mit dem Steuerschalter und dessen zweiter Eingang mit dem Ausgang des Flip-Flops verbunden ist. Der dem Ausgang des Flip-Flops gegenüberliegende Setzeingang ist mit dem vorgeschalteten Richtungskontrollschalter und der Rücksetzeingang des Flip-Flops mit dem nachgeschalteten Richtungskontrollschalter verbunden. Die am Ausgang des UND-Gatters erscheinenden Impulse dienen zur taktmäßigen Freigabe der Schmierleitungen des angeschlossenen Ölverteilersystems und zur Steuerung einer die zyklische Fortschaltung der besagten Öldurchlaßsteuer-elemente auslösenden Treiberschaltung. Die dem UND-Gatter nachgeschaltete Treiberschaltung besteht aus einem Ringzähler, dem gegebenenfalls eine Verstärkerschaltung nachgeschaltet ist, von

3. 11. 80

57 772 16

222703

- 7 -

dessen Ausgängen jeweils einer über eine Steuerleitung mit einem der elektrohydraulischen Steuerventile des jeweils angeschlossenen Ölverteilersystems verbunden ist.

Am Ausgang des UND-Gatters sind über eine Steuerleitung das einzige Servoventil des jeweils angeschlossenen Ölverteilersystems sowie über einen Steuereingang die Treiberschaltung angeschlossen, wobei die Treiberschaltung zum Antrieb des Stellmotors dient und über eine Steuerleitung mit diesem und über eine weitere Steuerleitung mit dem Sensor des jeweils angeschlossenen Ölverteilersystems verbunden ist.

Jeder elektronische Steuerschaltungsmodul weist in der vom Steuerschalter zum UND-Gatter führenden Steuerleitung ein Zeitglied, das unter anderem eine Integratorstufe besitzt, auf, in das über eine Zuleitung fortlaufend elektrische Signale von einem von der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine angetriebenen Tachogenerator eingespeist werden, wobei das Zeitglied zur drehzahl- bzw. maschinenlaufgeschwindigkeitsabhängigen Steuerung der Dauer der Schmierleitungsfreigabe des jeweils angeschlossenen Ölverteilersystems nach Festlegung des Freigabebeginns durch Aktivierung des Steuerschalters dient.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung besteht darin, daß jeder elektronische Steuerschaltungsmodul in der vom Steuerschalter zum UND-Gatter führenden Steuerleitung ein erstes Zeitglied und ein zweites Zeitglied, die jeweils unter anderem über eine Integratorstufe verfügen, aufweist, in die über Zuleitungen fortlaufend elektrische Signale von einem von der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine angetriebenen Tachogenerator eingespeist werden, wobei das erste Zeitglied

3. 11. 80

57 772 16

222703 - 8 -

zur drehzahl- bzw. maschinenlaufgeschwindigkeitsabhängigen Steuerung einer verzögerten Auslösung der Schmierleitungsfreigabe des jeweils angeschlossenen Ölverteilersystems und das zweite Zeitglied zur drehzahl- bzw. maschinenlaufgeschwindigkeitsabhängigen Steuerung der Dauer der Schmierleitungsfreigabe im angeschlossenen Ölverteilersystem nach Aktivierung des Steuerschalters dient.

Weiterhin ist vorgesehen, daß in der elektronischen Zentralsteuereinheit außer den Steuerschaltungsmoduln eine Regelschaltung zur Steuerung eines aus einer Hochdrucklampe, einem Druckregelventil, einem dieses antreibenden Stellmotor und einem Drehwinkelabnehmer bestehenden Schmieröldruckerzeuger angeordnet ist, der ebenfalls fortlaufend elektrische Signale vom von der Kurbelwelle angetriebenen Tachogenerator zur drehzahl- bzw. maschinenlaufgeschwindigkeitsproportionalen Steuerung des Schmieröldruckes zugeführt werden.

Vorteilhaft sind die Schaltungselemente der elektronischen Zentralsteuereinheit vornehmlich auf einer einzigen Schaltungsplatine angeordnet und bilden zusammen mit dieser einen extern vorgefertigten Einschubmodul, der in einen Schaltkasten einsetzbar und bei Bedarf in seiner Gesamtheit auswechselbar ist.

Das erfindungsgemäße Schmiersystem zeichnet sich durch seine automatisch in Abhängigkeit von der Maschinenlaufgeschwindigkeit oder Drehzahl gesteuerte Schmierölaufzuführung zu jeder einzelnen Schmierstelle zum richtigen Zeitpunkt, mit der erforderlichen Dauer, dem erforderlichen Druck, mithin einer jeweils dem Belastungsfall angepaßten Schmierölmenge am ge-

222703 - 9 -

wünschten Ort der Schmierung aus. Durch die erfindungsgemäße Beschränkung mechanischer Bauteile für die Druckerzeugung sowie für die Öffnung bzw. Schließung der zu den Schmierstellen führenden Schmierleitungen und die Verwendung einer ansonsten vollelektronischen Steuerung lassen sich außerdem Herstellkosten gegenüber vergleichbaren mechanisch gesteuerten Schmiersystemen um ein erhebliches Maß senken. Da außerdem sämtliche Schaltungselemente der elektronischen Zentralsteuereinheit vornehmlich auf einer einzigen Schaltungsplatine zusammengefaßt sind und mit dieser einen vorgefertigten, bei Bedarf in seiner Gesamtheit auswechselbaren Einschubmodul bilden, ist auch in einem etwaigen Störfalle eine rasche Schadensbehebung möglich, da in diesem Falle nur der defekte Einschubmodul durch einen neuen ersetzt werden muß.

Ausführungsbeispiele

Nachstehend ist die Erfindung anhand mehrerer in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele näher beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1: eine Prinzipskizze der Gesamtanordnung eines Schmiersystems nach einem ersten Ausführungsbeispiel;
- Fig. 2: eine Prinzipskizze der Gesamtanordnung eines Schmiersystems nach einem zweiten Ausführungsbeispiel;
- Fig. 3: eine Anordnung von Schmierstellen an einem Zylinder;

3. 11. 80

57 772 16

222703 - 10 -

- Fig. 4: die Steuerung der Schmieröldruckerzeugung bei der Variante gemäß Fig. 1;
- Fig. 5: die Steuerung der Schmieröldruckerzeugung bei der Variante gemäß Fig. 2;
- Fig. 6: eine erste Ausführungsform eines Ölverteilersystems;
- Fig. 7: eine zweite Ausführungsform eines Ölverteilersystems;
- Fig. 8: eine dritte Ausführungsform eines Ölverteilersystems;
- Fig. 9: eine erste Ausführungsform eines Steuerschaltungsmoduls für ein Ölverteilersystem nach Fig. 6;
- Fig. 10: eine zweite Ausführungsform eines Steuerschaltungsmoduls für ein Ölverteilersystem nach Fig. 6;
- Fig. 11: eine dritte Ausführungsform eines Steuerschaltungsmoduls für ein Ölverteilersystem nach Fig. 6;
- Fig. 12: eine erste Ausführungsform eines Steuerschaltungsmoduls für ein Ölverteilersystem nach Fig. 7;

222703 - 11 -

- Fig. 13: eine zweite Ausführungsform eines Steuerschaltungsmodulcs für ein Ölverteilersystem nach Fig. 7;
- Fig. 14: eine dritte Ausführungsform eines Steuerschaltungsmodulcs für ein Ölverteilersystem nach Fig. 7;
- Fig. 15: Details eines ersten Zeitgliedes der Schaltungen nach den Fig. 10, 11, 13 und 14;
- Fig. 16: Details eines zweiten Zeitgliedes der Schaltungen nach den Fig. 11 und 14.

In den Figuren sind gleiche oder einander entsprechende Teile mit gleichen Bezugszeichen angezogen.

In den Fig. 1 und 2 ist jeweils schematisch die Gesamtanordnung eines erfindungsgemäßen Schmiersystems für eine mehrzylindrige Brennkraftmaschine, hier einer Zweitakt-Brennkraftmaschine, dargestellt. Mit 1 ist die Kurbelwelle, mit Z1; Z2; Z3 bis Zn sind die Zylinder und mit K1; K2; K3 bis Kn die zugehörigen Kolben der Brennkraftmaschine bezeichnet. Die Kolben sind jeweils über Kolbenstangen 2 und Treibstangen 3 unter Zwischenschaltung eines Kreuzkopfes mit Gleitschuh 4, abgestützt an zugeordneten Gleitbahnen G, an der Kurbelwelle 1 angekoppelt. Mit 5 ist ein Schmieröltank bezeichnet, dem über eine Förderleitung 6 ein Schmieröldruck-erzeuger 7 nachgeordnet ist. Von letzterem führt ausgangs-seitig eine als Hochdruckspeicher ausgebildete Schmierölpauptleitung 8 weg, von der wiederum Zulaufleitungen 9 abzweigen, an welche jede jeweils ein Ölverteilersystem OV1;

3. 11. 80

57 772 16

222703

- 12 -

OV2; OV3 bis OVn angeschlossen ist. Von diesen Ölverteilersystemen ist jeweils eines einem Zylinder der Brennkraftmaschine zur Versorgung von dessen detailliert in Fig. 3 dargestellten Schmierstellen S1; S2 bis Sn zugeordnet und mit den besagten Schmierstellen über zugehörige Schmierleitungen PL1; PL2 bis PLn verbunden. Die Düsen D der einzelnen Schmierstellen sind dabei in vorteilhafter Weise, um einen möglichst breiten mit Schmierölnebel benetzten Schmierwinkelbereich zu erhalten, nahezu tangential auf die Zylinderwand gerichtet. Darüber hinaus ist es auch möglich, wie in Fig. 1 durch gestrichelte Linien angedeutet, Schmierstellen SK an den Kreuzköpfen 4 und deren Gleitbahnen G über entsprechende Schmierleitungen aus den angeschlossenen Ölverteilersystemen mit Schmieröl zu versorgen.

Jedes Ölverteilersystem OV1 bis OVn weist elektrisch gesteuerte Öldurchlaßsteuerelemente auf, deren elektrische Steuerleitungen in jeweils einem Steuerkanal B1; B2; B3 bis Bn zusammengefaßt zu einer elektronischen Zentralsteuereinheit 10 führen. Letztere enthält sämtliche für die Steuerung der Schmierung erforderlichen Schaltungselemente.

Bei dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel sind in der elektronischen Zentralsteuereinheit 10 ein Mikroprozessor 11 zur Steuerung der Schmierölfreigabe aller einzelnen Schmierleitungen sowie zur Steuerung weiterer Funktionen, wie der des Schmieröldruckerzeugers, außerdem weitere Schaltungsgruppen, wie Verstärkerschaltungen 12 zur Verstärkung der den Mikroprozessor 11 verlassenden Steuersignale vorgesehen. Der Mikroprozessor 11 besteht aus einer Zentralprozessoreinheit CPU, wenigstens einem Lese-Speicher ROM als Festwertspeicher für Anwenderprogramme, wenigstens einem Schreib-

3. 11. 80

57 772 16

222703

- 13 -

Lesespeicher RAM als Arbeitsspeicher des Systems, einer Taktquelle 13, einer Zeitbasis 14 und einer Zusatzlogik 15, die beispielsweise zur Überwachung einzelner Funktionen verwendet ist. Die vorgenannten Teile des Mikroprozessors 11 sind an einen allen gemeinsamen, mehradrigen zentralen Datenverteilerkanal 16, einem sogenannten Data-Bus, angeschlossen; an dem andererseits auch die zu den elektrischen Bauteilen der einzelnen Ölverteilersysteme sowie weiteren angeschlossenen Bauteilen führende Steuerleitungen angeschlossen sind. Hierzu gehört auch ein von der Kurbelwelle 1 gesteuerter Drehmelder 17, der über eine Zuleitung 18 am Datenverteilerkanal 16 angeschlossen ist.

Durch diesen Drehmelder 17 werden die Winkelstellungen der Kurbelwelle mit einer sehr hohen winkelmäßigen Auflösung in binär codierter Form dem Mikroprozessor als Steuerparameter zugeführt. Die Auflösung einer Kurbelwellenumdrehung erfolgt in 2^9 , mithin 512 Schritten, gegebenenfalls auch in 2^{10} , mithin 1024 Schritten, wodurch sich eine hinreichend genaue Basis für eine exakte Schmiermittelsteuerung ergibt. In Fig. 1 ist ein analog arbeitender Drehmelder dargestellt, der jeder Winkelstellung der Kurbelwelle entsprechende elektrische Spannungen abgibt, die in einem Analog-Digital-Wandler 19, angeordnet in der Zentralsteuereinheit 10, in Digitalsignale umgewandelt und über den Datenverteilerkanal 16 dem Mikroprozessor 11 zugeführt werden.

Anstelle dieses analog arbeitenden Drehmelders 17 ist auch ein digital arbeitender inkrementaler Kurbelwinkelabnehmer verwendbar, der pro Umdrehung der Kurbelwelle Impulse entsprechend der Anzahl der Teilung des Drehmelders, z. B. 1024 erzeugt, in diesem Falle ist der Analog-Digital-Wandler hin-

222703 - 14 -

fällig. Die Anbringung des Drehmeters 17 erfolgt an einer Stelle der Kurbelwelle, wo praktisch keine oder nur sehr geringe Torsionsschwingungen auftreten.

Darüber hinaus ist in der elektronischen Zentralsteuereinheit ein weiterer Analog-Digital-Wandler 20 angeordnet, der mit seinem Digitalausgang ebenfalls am Datenverteilerkanal 16 und mit seinem Analogeingang an einen Druckmeßwandler 21 angeschlossen ist, der zur Überwachung des Schmieröldruckes in die Schmieröhlauptleitung 8 eingeschaltet ist. Durch diesen Druckmeßwandler werden dem Mikroprozessor über den Analog-Digital-Wandler 21 digitalisierte Druckwerte zugeführt und dort in Abhängigkeit von der durch den Drehmeter 17 signalisierten Drehzahl per Programm verarbeitet und bei Bedarf der Schmieröldruckerzeuger über Kanäle 22 und 23 (Fig. 4) mit Signalen zur entsprechenden Öldrucknachregelung angesteuert.

Der Schmieröldruckerzeuger 7 besteht, wie Fig. 4 zeigt, aus einer Hochdruckpumpe 24, die Schmieröl durch die Förderleitung 6 vom Schmieröltank 5 über ein Druckregelventil 25 in die Schmieröhlauptleitung 8 fördert. Das Druckregelventil 25 ist elektrisch durch einen Stellmotor 26 verstellbar, der über den Kanal 22 vom Mikroprozessor mit Signalen für eine Drehrichtung entsprechend höherem Druck und über den Kanal 23 mit Signalen für eine Drehrichtung mit entsprechend niedrigerem Druck beaufschlagbar ist. Hierdurch ist gewährleistet, daß an den einzelnen Ölverteilersystemen ständig ein der Maschinenlaufgeschwindigkeit angepaßter Öldruck ansteht.

Nachstehend sind drei Varianten für die Ölverteilersysteme OV1 bis OVn beschrieben.

3. 11. 80

57 772 16

222703 - 15 -

Bei der in Fig. 6 gezeigten Variante sind die Öldurchlaßsteuerelemente innerhalb eines Ölverteilersystems OV durch elektrohydraulische Servoventile SV1; SV2 bis SVn gebildet. Jedes derselben ist dabei eingangsseitig an eine von der Zulaufleitung 9 abgezweigte Zuleitung und ausgangsseitig an eine der Schmierleitungen PL1 bis PLn angeschlossen. Außerdem ist jedes der Servoventile SV1 bis SVn über je eine innerhalb eines zugehörigen Steuerkanales B angeordnete Steuerleitung mit Steuersignalen zu seiner Öffnung vom Mikroprozessor 11 her beaufschlagbar. Diese Ausgestaltung des Ölverteilersystems ist insbesondere in den Fällen bevorzugt anwendbar, wenn nicht nur die Schmierstellen S1 bis Sn an einem Zylinder, sondern auch andere bewegliche Teile im Bereich dieses Zylinders der Brennkraftmaschine, beispielsweise wie eingangs erwähnt, der Kreuzkopf 4 und dessen Gleitbahnen G mit Schmiermittel versorgt werden sollen, da jedes Servoventil SV1 bis SVn einzeln durch elektrische Signale aufsteuerbar ist. Diese Variante des Ölverteilersystems erlaubt dem Anwender, einen praktisch beliebigen Steuerzyklus per Programm im Mikroprozessor festzulegen. So ist es beispielsweise möglich, jene mit den Schmierstellen S1 bis Sn des Zylinders verbundenen Schmierleitungen PL1 bis PLn einzeln nacheinander oder mehrere gleichzeitig im turnusmäßigen Wechsel durch entsprechende Ansteuerung der zugehörigen Servoventile freizugeben. Außerdem ist es möglich, jene beispielsweise am Kreuzkopf 4 und dessen Gleitbahn oder andere Schmierstellen führende Schmierleitungen unabhängig von der programmseitigen Freigabe der Zylinderschmierstellen S1 bis Sn ebenfalls per Programm in geeignetem Zyklus freizugeben. Das jeweilige Programm selbst wird durch entsprechende Programmierung des Lese-Speichers ROM und des Schreib-Lese-Speichers RAM des Mikroprozessors 11 vorgegeben.

3. 11. 80

57 772 16

222703 - 16 -

Bei der in Fig. 7 gezeigten Variante eines Ölverteilersystems bestehen die Öldurchlaßsteuerelemente aus einem einzigen elektrohydraulischen Servoventil SV, das in der Zuleitung 9 sitzend einem rotatorisch arbeitenden elektrohydraulischen Umschalter 27 vorgeschaltet ist. Letzterer besteht aus einem Gehäuse 28 und einem Verteilerrotor 29, der wiederum an einen Stellmotor 30 zu seiner Verstellung angekoppelt ist und mit einem Sensor 31 zur Abföhlung seiner Schaltstellung zusammenwirkt. Ein Zulaufreservoir 32 des Verteilerrotors 29 ist zulaufseitig an der durch das Servoventil SV freigebbaren Zuleitung 9 und ablaufseitig durch einen Verteilerkanal 33 in jeder Ruhelage des Verteilerrotors 29 an eine der ins Gehäuse 28 einmündenden, in gleichbleibenden Winkelabständen voneinander angeordneten, Schmierleitungen PL1 bis PLn angeschlossen. Das Servoventil SV, der Stellmotor 30 und der Sensor 31 sind jeweils über eine innerhalb eines Steuerkanals B angeordnete Steuerleitung an den Datenverteilerkanal 16 des Mikroprozessors 11 angeschlossen. Die Steuerung dieser drei Bauteile erfolgt per Programm festgelegt im Lesespeicher ROM und Schreib-Lese-Speicher RAM des Mikroprozessors 11, wobei zunächst zu einem bestimmten Zeitpunkt für eine bestimmte Dauer dem Servoventil SV entsprechende elektrische Signale zugeführt werden, so daß dieses öffnet und Schmieröl mit entsprechendem Druck über die durch den Verteilerrotor angesteuerte Schmierleitung zu der zugehörigen Schmierstelle gelangt. Nach Beendigung dieses Vorganges schließt das Servoventil SV wieder, der Stellmotor 30 erhält einen Steuerbefehl, wodurch der Verteilerrotor 29 so lange gedreht wird, bis dem Mikroprozessor durch den Sensor 31 das Erreichen der nächsten Schaltstellung signalisiert und hierauf der Steuerbefehl für den Stellmotor wieder un-

3. 11. 80

57 772 16

222703

- 17 -

terbrochen wird, so daß der Verteilerrotor in dieser Ruhelage stehenbleibend mit seinem Verteilerkanal an die nächste Schmierleitung angeschlossen ist. Dieser Zyklus wiederholt sich für jeden Schmiervorgang. Bei dem in Fig. 7 gezeigten Ausführungsbeispiel ist nur jeweils eine Schmierstelle ansteuerbar. Sofern jedoch gleichzeitig mehrere Schmierstellen mit Schmiermittel versorgt werden sollen, so ist in diesem Falle lediglich ein anderer Verteilerrotor 29 notwendig, dessen Verteilerkanal 33, wie in Fig. 7 strichpunktiert gezeigt, entsprechend verändert bzw. ergänzt sein müßte. Durch diese Maßnahme wäre es dann möglich, beispielsweise zwei oder auch mehrere der am Umfang eines Zylinders verteilten Schmierstellen, siehe Fig. 3, gleichzeitig mit Schmieröl zu versorgen.

Bei der in Fig. 8 dargestellten Variante eines Ölverteilersystems OV 1 bis OVn bestehen die Öldurchlaßsteuer-elemente aus einem rotatorisch arbeitenden elektrohydraulischen Umschalter 34 mit Gehäuse 35 und Verteilerrotor 36, der durch einen Stellmotor 37 verstellbar ist und außerdem mit einem Sensor 38 zur Abfühlung seiner Schaltstellung zusammenwirkt. Ein Zulaufreservoir 39 des Verteilerrotors 36 ist zulaufseitig an die Zuleitung 9 und ausgangsseitig an einen Verteilerkanal 40 innerhalb des Verteilerrotors angeschlossen. In das Gehäuse 35 münden die Schmierleitungen PL1 bis PLn ein, deren innere Öffnungen gleichmäßig am Umfang des Verteilerrotors 36 angeordnet sind. In der Zeichnung ist der Verteilerrotor 36 mit seinem Verteilerkanal 40 in einer Zwischenstellung zwischen zwei Schmierleitungsöffnungen gezeigt. Diese Zwischenstellungen sind mit ungeraden Ziffern 1; 3; 5; 7; 9 und 11 bezeichnet, während die Schmierleitungs-

3. 11. 80

57 772 16

222703 - 18 -

öffnungen mit geraden Zahlen 2; 4; 6; 8; 10 und 12 bezeichnet sind. In den Zwischenstellungen des Verteilerrotors ist der Durchlaß von der Zuleitung 9 zur benachbarten Schmierleitung gesperrt. Der Sensor 39 und der Stellmotor 37 sind über je eine in einem Steuerkanal B zusammengefaßte Steuerleitung am Datenverteilerkanal 16 des Mikroprozessors 11 angeschlossen. Die Steuerung der beiden Teile erfolgt per Programm festgelegt im Lese-Speicher ROM und Schreib-Lese-Speicher RAM des Mikroprozessors 11.

Für einen Schmiervorgang erhält zunächst der Stellmotor 37 einen Befehl, den Verteilerrotor 36 aus einer Zwischenstellung in die nächste Schmierstellung zu verdrehen. Ist diese erreicht, stoppt der Stellmotor infolge eines Signals vom Sensor 38 mit Rückmeldung vom Mikroprozessor 11, wobei sich nun Verteilerkanal 40 und eine Schmieröffnungsleitung decken, so daß der Schmiervorgang ablaufen kann. Die Verweildauer des Verteilerrotors ist programmseitig und maschinenlaufgeschwindigkeitsabhängig gesteuert. Am Ende jeder Schmierphase erhält der Stellmotor wiederum einen Steuerbefehl, den Verteilerrotor 36 in die nächste Zwischenstellung zu drehen, nach deren Erreichen infolge Signalisierung durch den Sensor 38 der Stellmotorvortrieb wieder abgestoppt wird. Dieser Zyklus wiederholt sich für jeden Schmiervorgang. Auch bei dieser Variante ist normalerweise nur eine Schmierstelle mit Schmieröl zu versorgen. Durch entsprechende Erweiterung oder Ergänzung des Verteilerkanales 40 im Verteilerrotor, siehe strichpunktierte Linien, sind jedoch auch zwei oder gegebenenfalls mehrere Schmierstellen gleichzeitig mit Schmieröl turnusmäßig im Wechsel mit den anderen versorgbar.

Nachfolgend ist die Funktion dieser Ölverteilersysteme im

222703

- 19 -

Zusammenwirken mit den anderen in den Fig. 1, 3 und 4 gezeigten Elementen des erfindungsgemäßen Schmiersystems beschrieben.

Jede volle Umdrehung der Kurbelwelle 1 wird dem Mikroprozessor 11 durch den von ihr gesteuerten Drehmelder 17 bei einer Auflösung von 2^{10} Schritten in Form von 1024 Impulsen signalisiert. Da die Bewegungsabläufe der Kolben K1 bis Kn der Brennkraftmaschine und mithin auch alle anderen beweglichen gegebenenfalls zu schmierenden Teile starr an den Bewegungsablauf der Kurbelwelle 1 gebunden sind, sind somit auch den einzelnen Schmierorten sehr exakt bestimmte Impulsanzahlen in bezug auf die Gesamtanzahl von 1024 Drehmelderimpulsen pro Umdrehung der Kurbelwelle zuzuweisen. So ist beispielsweise der Kolbenweg beginnend vom unteren Totpunkt UT bei Aufwärtshub bis zum oberen Totpunkt OT resultierend aus einer halben Umdrehung der Kurbelwelle exakt durch 512 Drehmeldeimpulse repräsentiert, so daß jedem Bereich des Kolbenhubes eine exakte Impulszahl zwischen 0 und 512 zuzuordnen ist. Da des weiteren die Schmierstellen S1 bis Sn, siehe Fig. 3, am Zylinder beispielsweise im oberen Drittel räumlich festliegend angeordnet sind, ist durch entsprechende Impulszuweisung eine räumlich und zeitlich exakt beginnende Einspritzung von Schmieröl zwischen dem ersten und zweiten Kolbenring eines Kolbens K1 bis Kn möglich. Diese räumlich festgelegten Impulszahlen werden ermittelt und im Mikroprozessor für jeden Zylinder als digitalisierte Festwerte eingespeichert. Entsprechendes gilt für die Schmierstellen der Kreuzköpfe 4 und deren Gleitbahnen G sowie gegebenenfalls weitere zu schmierende Teile. Da die hydraulischen Steuerelemente in der Regel nach Freigabe durch die Elektronik etwas verzögert reagieren, kann

222703 - 20 -

bei der Festlegung der betreffenden Impulszahlen im Sinne einer Voreilung der Elektronik gegenüber der Hydraulik bereits berücksichtigt werden. Die nötige Voreilung kann jedoch auch per Programm durch den Mikroprozessor 11 in Abhängigkeit von der durch den Drehmelder 17 signalisierten Winkelgeschwindigkeit der Kurbelwelle 1 errechnet werden. Die Dauer eines Schmiervorganges kann nun gleichfalls wie der Beginn durch wegababhängig festgelegte Impulszahlen markiert sein, wobei die Differenz zwischen oberer und unterer Impulszahl dem zurückgelegten Weg eines Kolbens während der Schmieröleinspritzphase entspricht. Die Dauer eines Schmiervorganges kann andererseits auch per eigenem Programm durch den Mikroprozessor 11 in Abhängigkeit von der durch den Drehmelder 17 signalisierten Drehzahl oder Winkelgeschwindigkeit der Kurbelwelle 1 errechnet werden. In einem anderen Programm wiederum ist die Reihenfolge der Ansteuerung der einzelnen Öldurchlaßsteuer-elemente innerhalb der einzelnen Ölverteilersysteme OV1 bis OVn festgelegt. Dieses Programm kann so ausgelegt sein, daß bei jedem Kolbenhub oder aber auch nur bei jedem zweiten oder weiteren Kolbenhub geschmiert wird. Durch ein weiteres Programm ist die Steuerung des Schmieröldruckerzeugers 7 (Fig. 4) festgelegt, durch das dessen Stellmotor 26 auch in Abhängigkeit von der durch den Drehmelder 17 signalisierten Drehzahl oder Winkelgeschwindigkeit im Mikroprozessor 11 errechenbare Werte mit Signalen entsprechend einer Schmieröldruckerhöhung oder -erniedrigung beaufschlagbar ist. Eine Signalgabe vom Mikroprozessor an den Stellmotor 26 erfolgt jedoch nur in dem Fall, wenn die errechneten Werte nicht mit jenen vom Druckmeßwandler 21 übermittelten und im Analog-Digital-Wandler 20 digitalisierten Druckwerten übereinstimmen.

3. 11. 80

57 772 16

222703

- 21 -

Die Abrufung der einzelnen Programme im Mikroprozessor erfolgt durch dessen Zentralprozessoreinheit CPU, die durch die Taktquelle mit einer im 100-KHz-Bereich liegenden Taktfrequenz versorgt wird, entsprechend der ihnen zugewiesenen unterschiedlichen Priorität oder bei gleicher Priorität in zeitlicher Reihenfolge ihrer Abrufung oder in einem definierten Zeitraster ineinander geschachtelt.

Bei der in Fig. 2 gezeigten Variante eines Schmierystems bestehen die Unterschiede zu der in Fig. 1 gezeigten Variante in einem anderen Aufbau der elektronischen Zentralsteuereinheit 10 mit anderem Steuermodus und anderen elektronischen Steuermitteln für die Referenzsignalerzeugung sowie für die Steuerung des Schmieröldruckerzeugers und der Uldurchlaßsteuerelemente der einzelnen Ölverteilersysteme OV1 bis OVn. Letztere sind bei dieser Variante dem Aufbau nach gleich ausgebildet wie jene bei der Variante nach Fig. 1 verwendeten und anhand der Fig. 6, 7 und 8 beschriebenen. Entsprechendes gilt für die Verbindung der Schmierleitungen PL1 bis PLn der einzelnen Ölverteilersysteme OV1 bis OVn mit den zugehörigen Schmierstellen S1 bis Sn an jeweiligen Zylinder, wie anhand von Fig. 3 beschrieben. Des weiteren sind die Zylinder Z1 bis Zn, die Kolben K1 bis Kn und deren Schubstangen 2, Treibstangen 3 gleich ausgebildet und angeordnet wie die entsprechenden Teile gemäß Fig. 1, jedoch hier schematisch nebeneinander mit Ansicht in Richtung Längsachse der Kurbelwelle gezeichnet, während die Kreuzköpfe 4 hier mit zusätzlichen Elementen bestückt sind, wie nachstehend beschrieben.

In der Zentralsteuereinheit 10 sind gemäß Fig. 2 mehrere schaltungsseitig gleich ausgebildete Steuerschaltungsmoduln

3. 11. 80

57 772 16

222703 - 22 -

SM1 bis SMn vorgesehen, von denen je einer einem der Ölverteilersysteme OV1 bis OVn zur Freigabe von dessen zu den Schmierstellen S1 bis Sn am jeweiligen Zylinder führenden Schmierleitungen PL1 bis PLn zugeordnet ist. Darüber hinaus sind in der Zentralsteuereinheit 10 noch ein zusätzlicher Steuerschaltungsmodul ZSM zur Steuerung eines zusätzlichen Ölverteilersystems ZOV, das zur zentralen Versorgung der an Schmierleitungen GS1 bis GSn angeschlossenen Schmierstellen SK an den Gleitbahnen der einzelnen Kreuzköpfe dient, sowie eine Steuerschaltung SP für den Betrieb des Schmieröldruckerzeugers 7 vorgesehen. Der Schmieröldruckerzeuger kann aus einem von einer Hochdruckpumpe aus dem Schmieröltank 5 über die Förderleitung 6 mit Schmieröl gespeisten Konstant-Hochdruckspeicher bestehen, an dem ausgangsseitig die Schmieröhlauptleitung 8 angeschlossen ist. Die Steuerschaltung SP übernimmt in diesem Falle die Steuerung der Hochdruckpumpe sowie die Überwachung des Druckniveaus und die Nachregelung der Förderleistung bei Abweichen desselben von einem eingestellten Sollwert.

Eine hiervon abweichende Lösung mit einem Schmieröldruckerzeuger 7 und einer Steuerschaltung SP zur Erzeugung eines maschinenlaufgeschwindigkeitsabhängigen Schmieröldruckes ist in Fig. 5 dargestellt. Der dort gezeigte Schmieröldruckerzeuger 7 besteht wie jener gemäß Fig. 4 aus einer Hochdruckpumpe 24, die Schmieröl aus dem Schmieröltank 5 über die Förderleitung 6 zu einem Druckregelventil 25 und über dieses in die als Hochdruckspeicher ausgebildete Schmieröhlauptleitung 8 fördert. Das Druckregelventil 25 ist durch einen elektrischen Stellmotor 26 verstellbar, dessen beide Steuereingänge über Steuerleitungen 41 und 42 mit der Steuerschaltung SP und dort mit dem positiven oder negati-

3. 11. 80

57 772 16

222703 - 23 -

ven Ausgang eines vergleichenden Operationsverstärkers 43 verbunden sind. Dem Stellmotor 26 ist ein Stellwinkelabnehmer 44 zugeordnet, dessen Verdrehungswinkeländerungen proportional den Druckänderungen sind. Der Stellwinkelabnehmer 44 ist wiederum an einen Umformer 45 angeschlossen, der Drehwinkel in proportionale elektrische Spannungen umwandelt, die an den negativen Eingang des Operationsverstärkers 43 weitergeleitet werden. Der positive Eingang des letzteren wiederum ist mit einem Spannungswandler 46 verbunden, der eingangsseitig über eine Steuerleitung 47 mit einem Tachogenerator 48, siehe Fig. 2, verbunden ist; letzterer ist von der Kurbelwelle 1 angetrieben und erzeugt eine zur Drehzahl proportionale Wechselspannung, die im Spannungswandler 46 gleichgerichtet und gesiebt wird. Die so erzeugte Gleichspannung steht am positiven Eingang des Operationsverstärkers 43 an. Am negativen Eingang steht jene vom Umformer 45 kommende, sich proportional zum Verdrehungswinkel des Stellmotors verhaltende Spannung an. Sind die Spannungen an beiden Eingängen gleich groß, steht der Stellmotor, wodurch ein bestimmter Druck am Druckregelventil 25 eingestellt ist. Steigt die Drehzahl der Kurbelwelle und damit die Spannung am positiven Eingang des Operationsverstärkers 43, reagiert dieser auf die positive Differenzspannung zwischen beiden Eingängen und erteilt dem Stellmotor über die Leitung 41 einen Befehl für Vorwärtsdrehung entsprechend Druckerhöhung. Der Stellmotor dreht sich dann so lange, bis am Minuseingang des Operationsverstärkers 43 die drehwinkelproportionale Spannung die gleiche Größe wie jene am positiven Eingang besitzt. In gleicher Weise folgt auf ein Absinken der Drehzahl eine Nachregelung des Öldruckes, wobei die negative Differenzspannung zwischen positivem und negativem Eingang des

3. 11. 80

57 772 16

222703 - 24 -

Operationsverstärkers 43 durch einen entsprechenden Steuerbefehl über die Leitung 42 für Rückwärtsdrehung mit der Folge einer Druckverringerung an den Stellmotor 26 geleitet bis auf Null abgebaut wird. Hieraus ergibt sich eine optimale Anpassung des Schmieröldruckes an die Maschinenlaufgeschwindigkeit.

Zum Erhalt wegabhängiger, maschinenlaufgeschwindigkeitsproportionaler Steuersignale ist jedem Steuerschaltungsmodul SM1 bis SMn der elektronischen Zentralsteuereinheit 10 ein Steuerschalter 49 vorgeschaltet, der hier feststehend an der Gleitbahn G für den jeweiligen Kreuzkopf 4 angeordnet und über eine Steuerleitung mit dem jeweiligen Steuerschaltungsmodul verbunden sowie durch ein an ihm vorbeibewegbares, an einem beweglichen Teil der Brennkraftmaschine, hier am Kreuzkopf 4 angeordnetes Auslöseelement 50 betätigbar ist. Dabei markiert der Schaltweg, begrenzt durch die Länge L des Auslöseelementes 50 bei Relativbewegung zwischen Steuerschalter 49 und Auslöseelement 50 direkt Beginn, Dauer und Ende der Aktivierung des jeweiligen Steuerschaltungsmoduls SM1 bis SMn und damit die Aktivierung der Öldurchlaßsteuerelemente des jeweils hieran angeschlossenen Ölverteilersystems OV1 bis OVn. Um zu vermeiden, daß der Steuerschalter 49 nicht sowohl bei Aufwärts- als auch bei Abwärtsbewegung, sondern nur bei Aufwärtsbewegung des jeweiligen Kolbens den angeschlossenen Steuerschaltungsmodul aktiviert, sind dem Steuerschalter 49 in Bewegungsrichtung des Auslöseelementes 50 ein Richtungskontrollschalter 51 räumlich vorgeschaltet sowie ein weiterer Richtungskontrollschalter 52 räumlich nachgeschaltet. Beide Richtungskontrollschalter 51; 52 sind ebenfalls durch das Auslöseelement 50 betätigbar und

3. 11. 80

57 772 16

222703 - 25 -

ebenfalls mit dem zugehörigen Steuerschaltungsmodul über Steuerleitungen verbunden. Die Lage des feststehenden Steuerschalters 49 ist in bezug auf das bewegliche Auslöseelement hier so gewählt, daß der Schmierbeginn nach Aktivierung des jeweiligen Steuerschaltungsmoduls jeweils unmittelbar nach dem ersten Kolbenring im Zwischenraum zum zweiten Kolbenring liegt. Die Lage der beiden Richtungskontrollschalter 51; 52 ist im Raum zwischen OT und UT an sich beliebig; sie ist vorteilhafterweise jedoch so gewählt, daß hierdurch der sowohl an diese als auch an den Steuerschalter 49 angeschlossene zusätzliche Steuerschaltungsmodul ZSM nur zu den Zeiten für eine Freigabe der Öldurchlaßsteuerelemente des zusätzlichen Ölverteilersystems ZOV aktiviert wird, bei denen die Schmierstellen SK an den Gleitbahnen G durch die Gleitschuhe der zugehörigen Kreuzköpfe 4 verdeckt und deren Schmierkanäle freigegeben sind.

Eine Ausführungsmöglichkeit eines Steuerschaltungsmoduls SM zur Steuerung eines Ölverteilersystems OV nach Fig. 6 ist in Fig. 9 gezeigt. Der Steuerschaltungsmodul besteht aus einem Flip-Flop 53, hier einem sogenannten RS-Flip-Flop, einem UND-Gatter 54 und einer Treiberschaltung 55. Der erste Eingang des UND-Gatters 54 ist mit dem Steuerschalter 49 und der zweite Eingang mit dem Q-Ausgang des Flip-Flops 53 verbunden. Der Schalteingang S des Flip-Flops 53 ist mit dem Richtungskontrollschalter 51 und der Rücksetzeingang R desselben mit dem Richtungskontrollschalter 52 verbunden. Der Ausgang des UND-Gatters 54 ist über eine Zuleitung mit der Treiberschaltung 55 verbunden; letztere besteht hier aus einem Ringzähler 56 mit einer der Anzahl der Servoventile SV1 bis SVn des angeschlossenen Ölverteilersystems OV entsprechenden Anzahl von Zählstufen, deren Ausgänge über eine

3. 11. 80

57 772 16

222703 - 26 -

Verstärkerschaltung 57 mit den zu den einzelnen Servoventilen führenden Steuerleitungen verbunden sind.

Die Funktion dieses Steuerschaltungsmoduls ist nachfolgend beschrieben. Als Ausgangslage sei eine Kolbenstellung bei UT angenommen. Bei Aufwärtsbewegung des Kolbens K passiert das Auslöseelement 50 zunächst den Richtungskontrollschalter 51, wodurch das Flip-Flop 53 gesetzt wird und ein Schaltsignal am zweiten Eingang des UND-Gatters 54 erscheint. Bei Passieren des Steuerschalters 49 durch das Auslöseelement 50 steht auch am ersten Eingang des UND-Gatters 54 ein Schaltsignal an, so daß dieses durchgeschaltet wird und an einem Ausgang der Treiberschaltung 55 ein Signal erscheint, durch das das angeschlossene Servoventil angesteuert wird und die zugehörige Schmierleitung freigibt. Beginn, Dauer und Ende dieses Schmiervorganges sind hier durch die Schaltkanten und die Länge L des Auslöseelementes 50 festgelegt. Wenn nun das Auslöseelement 50 bei weiterer Aufwärtsbewegung des Kolbens auch noch den anderen Richtungskontrollschalter 52 passiert, erscheint am Rücksetzeingang des Flip-Flops 53 ein Signal, wodurch dieses zurückgesetzt und damit gesperrt wird. Letzteres hat zur Folge, daß bei Abwärtsbewegung des Kolbens K trotz Betätigung aller drei Schalter kein Signal das UND-Gatter passieren kann. Der vorstehende Zyklus wiederholt sich bei jeder Aufwärtsbewegung des Kolbens, so daß die Schmierstellen S1 bis Sn einzeln nacheinander, pro Kolbenaufwärtshub je eine, mit Schmieröl versorgt werden.

Sofern mehrere Schmierstellen an einem Zylinder gleichzeitig mit Schmieröl versorgt werden sollen, sind jeweils mehrere der zu den Servoventilen eines Ölverteilersystems führende Steuerleitungen an einen Ausgang der Treiberschaltung 55 des

3. 11. 80

57 772 16

222703 - 27 -

Steuerschaltungsmoduls anzulegen und die Anzahl der Zählstufen des Ringzählers 56 entsprechend zu reduzieren.

Eine andere Ausführungsform eines Steuerschaltungsmoduls SM zur Steuerung eines Ölverteilersystems nach Fig. 7 ist in Fig. 12 gezeigt. Diese unterscheidet sich von jener gemäß Fig. 9 bei ansonsten gleichem Aufbau und gleicher Ansteuerung nur durch eine andere ausgebildete Treiberschaltung 55. Dabei ist am Ausgang des UND-Gatters 54 das einzige Servoventil SV des Ölverteilersystems OV nach Fig. 7 über dessen Steuerleitung sowie eine Stellmotor-Treiberstufe mit ihrem Eingang 58 angeschlossen. Letztere besteht aus einer ersten Impulsschaltung 59, die am Eingang 58 angeschlossen ist und im wesentlichen zwei hintereinander geschaltete Mono-Flops aufweist. Der Ausgang der Impulsschaltung 59 ist mit dem Setzeingang S eines Flip-Flops 60, hier einem RS-Flip-Flop, verbunden, dessen Ausgang Q über eine Verstärkerstufe 61 mit der der zum Stellmotor 30 (Fig. 7) führenden Steuerleitung verbunden ist. Der Sensor 31 dieses Ölverteilersystems ist mit seiner Steuerleitung wiederum an eine zweite Impulsschaltung 62, bestehend im wesentlichen aus einem Mono-Flop, innerhalb der Stellmotor-Treiberstufe verbunden. Der Ausgang der Impulsschaltung 62 ist mit dem Rücksetzeingang R des Flip-Flops 60 verbunden.

Dieser Steuerschaltungsmodul besitzt nun folgende Funktionen. Als Ausgangslage sei auch hier eine Kolbenstellung bei UT angenommen. Bei Aufwärtsbewegung des Kolbens K passiert das Auslöseelement 50 zunächst den Richtungskontrollschalter 51, wodurch das Flip-Flop 53 gesetzt wird und ein Signal am zweiten Eingang des UND-Gatters 54 ansteht. Bei Passieren des Steuerschalters 49 durch das Auslöseelement 50 wird auch an den ersten Eingang des UND-Gatters 54 ein Signal angelegt,

3. 11. 80

57 772 16

222703 - 28 -

so daß dieses dann durchgeschaltet ist. Das an dessen Ausgang erscheinende Signal wird sowohl dem Servoventil SV des angeschlossenen Ölverteilersystems (Fig. 7) zugeführt, wodurch die Schmierleitung freigegeben wird, als auch der ersten Impulsschaltung 59 zugeführt, durch die verzögert nach dem Ende der Durchschaltung des UND-Gatters, mithin nach dem Ende eines Schmiervorganges, ein kurzes Signal an den Setzeingang S des Flip-Flops gegeben und dieses durchgeschaltet wird. Das am Ausgang Q erscheinende Signal wird in der Verstärkerstufe 61 verstärkt und dem Stellmotor 30 als Steuerbefehl zugeführt. Dieser treibt dann den Verteilerrotor 29 an, so lange, bis vom Sensor 31 der Einlauf desselben in die nächste Schaltstellung signalisiert wird, worauf durch die zweite Impulsschaltung 62 ein kurzer Impuls auf den Rücksetzeingang R des Flip-Flops 60 gegeben, dieses gesperrt und der Stellmotor 30 stillgesetzt wird. Bei weiterer Aufwärtsbewegung des Kolbens K erscheint bei Passierung des Richtungskontrollschalters 52 durch das Auslöseelement 50 am Rücksetzeingang R des Flip-Flops 53 ein Signal, so daß auch dieses zurückgesetzt und gesperrt wird. Letzteres hat zur Folge, daß bei Abwärtsbewegung des Kolbens K trotz Betätigung aller drei Schalter kein Signal das UND-Gatter passieren kann. Der vorstehende Zyklus wiederholt sich bei jeder Aufwärtsbewegung des jeweiligen Kolbens K, so daß die Schmierstellen S1 bis Sn (Fig. 3) je nach Ausbildung des Verteilerkanales im Verteilerrotor 29 einzeln nacheinander, je eine pro Kolbenaufwärtshub, oder mehrere gemeinsam pro Kolbenaufwärtshub mit Schmieröl versorgt werden.

Bei den in den Fig. 9 und 12 gezeigten und vorstehend beschriebenen Varianten des Steuerschaltungsmoduls ist die Dauer eines Schmiervorganges durch die Länge L des Auslöse-

3. 11. 80

57 772 16

222703

- 29 -

elementes und die Maschinenlaufgeschwindigkeit vorgegeben. Um jedoch nicht an bestimmte Schaltertypen gebunden zu sein, sind in den Fig. 10 und 13 zwei Varianten eines Steuerschaltungsmoduls SM gezeigt, bei denen durch das Auslöseelement 50 nur mehr der Beginn eines Schmiervorganges gesteuert wird. Zur Steuerung der Dauer eines Schmiervorganges ist dabei sowohl bei der Lösung nach Fig. 10 als auch bei jener nach Fig. 13 ein in beiden Fällen gleich ausgebildetes elektronisches Zeitglied ZD in die Steuerleitung vom Steuerschalter 49 zum ersten Eingang des UND-Gatters 54 eingeschaltet. Dieses Zeitglied ZD ist mit seinem Zeitsteuereingang an die Steuerleitung 47 angeschlossen, die zum Tachogenerator 48 führt (Fig. 2). Ansonsten ist der Aufbau der Lösung nach Fig. 10 gleich jener der Fig. 9 und jener der Lösung nach Fig. 13 gleich jener von Fig. 12.

Das Zeitglied ZD ist im Detail in Fig. 15 gezeigt. Es besteht aus einer Impulsschaltung 63, deren Eingang am Steuerschalter 49 und deren Ausgang am Setzeingang S eines Flip-Flops 64, hier einem RS-Flip-Flop, angeschlossen ist. Dessen Ausgang Q ist einerseits mit dem ersten Eingang des UND-Gatters 54 und andererseits mit einer Integratorstufe 65 verbunden. Deren Ausgang wiederum ist an den positiven Eingang eines vergleichenden Operationsverstärkers 66 angeschlossen, dessen Minuseingang mit der Steuerleitung 47 vom Tachogenerator 48 verbunden ist. Der Ausgang des Operationsverstärkers 66 ist zum Rücksetzeingang R des Flip-Flops 64 zurückgeführt.

Dieser Schaltungsanordnung liegt nun folgende Funktion zugrunde: Wird beim Aufwärtshub eines Kolbens K der Steuerschalter 49 betätigt, wird durch die Impulsschaltung 63 ein

3.11. 1980

57 772 16

222703 - 30 -

kurzer Impuls an den Setzeingang S des Flip-Flops 64 gegeben, so daß dieses durchschaltet und ein Signal an den ersten Eingang des UND-Gatters 54 gibt, letzteres wird hierdurch, da am zweiten Eingang bereits ein Signal ausgelöst von Richtungskontrollschalter 51 ansteht, durchgeschaltet, wodurch der jeweilige Schmiervorgang beginnt; gleichzeitig erhält jedoch auch die angeschlossene Integratorstufe 65 vom Ausgang Q des Flip-Flops 64 ein Spannungssignal, das in dieser dahingehend verarbeitet wird, daß an dessen Ausgang eine gleichmäßig ansteigende Spannung erscheint, deren Steigung in Abhängigkeit von der Eingangsspannung festgelegt ist. Diese ansteigende Spannung wird in den Operationsverstärker 66 eingespeist und von diesem dort mit der über den Minus-eingang eingespeisten, vom Tachogenerator 48 erzeugten drehzahlproportionalen Spannung verglichen. Übersteigt die von der Integratorstufe 65 kommende Spannung jene der drehzahlproportionalen Spannung, gibt der Operationsverstärker 66 an seinem Ausgang ein Signal ab, das zum Rücksetzeingang des Flip-Flops 64 gelangt und dieses in Sperrzustand zurückkippt mit der Folge, daß auch das UND-Gatter 54 dann wieder gesperrt und der Schmiervorgang beendet ist. Sobald die Spannung am Eingang der Integratorstufe 65 verschwindet, läuft deren Ausgangsspannung wieder auf Null zurück. Der weitere Ablauf in der Funktion innerhalb eines Zyklus ist dann wieder identisch, wie vorstehend anhand der Fig. 9 und 12 beschrieben.

Da der Beginn eines Schmiervorganges mit steigender Drehzahl und insbesondere im hohen Drehzahlbereich infolge der Trägheit der hydraulischen Steuerelemente in bezug auf die Kolbenstellung immer etwas verzögert gegenüber dem gewünschten

222703 - 31 -

Zeitpunkt erfolgt, kann dieser Problematik durch einen Steuerschaltungsmodul SM Rechnung getragen werden, mit dem sowohl die Steuerung des Beginns eines Schmiervorganges als auch die Dauer desselben in Abhängigkeit von der Maschinenlaufgeschwindigkeit steuerbar ist. Zwei hierfür geeignete Varianten eines Steuerschaltungsmoduls SM sind in den Fig. 11 und 14 gezeigt; die Lösung nach Fig. 11 dient zur Steuerung eines Ölverteilersystems nach Fig. 6 und die Lösung nach Fig. 14 zur Steuerung eines Ölverteilersystems nach Fig. 7. Die Lösungen nach den Fig. 11 und 14 unterscheiden sich von jenen nach Fig. 10 bzw. 13 bei ansonsten gleichem Aufbau nur dadurch, daß dem Zeitglied ZD in der Steuerleitung vom Steuerschalter 49 zum ersten Eingang des UND-Gatters 54 ein Zeitglied ZB zur drehzahlabhängigen Steuerung des Schmiervorgangbeginns vorgeschaltet ist.

Dieses Zeitglied ZB ist ebenfalls wie das Zeitglied ZD an die Steuerleitung 47 angeschlossen, die mit dem Tachogenerator 48 verbunden und im Detail in Fig. 16 dargestellt ist. Bei dieser Lösung ist es notwendig, den Steuerschalter und das Auslöseelement räumlich etwas vorzuverlegen, derart, daß das Signal vom Steuerschalter 49 in bezug auf die Kolbenlage etwas früher als bei den Varianten gemäß den Fig. 9, 10, 12 und 13 erscheint. Bei niedriger Drehzahl der Kurbelwelle muß die zeitliche Verzögerung zwischen Beginn des Signales vom Steuerschalter 49 und dem Beginn des den Schmiervorgang auslösenden Signales größer sein als bei hoher Drehzahl.

Das Zeitglied ZB weist ein Flip-Flop 67, hier ein RS-Flip-Flop, auf, dessen Eingang S mit dem Steuerschalter 49 verbunden ist. Der Ausgang Q des Flip-Flops 67 ist einerseits

3. 11. 80

57 772 16

222703 - 32 -

mit dem ersten Eingang 68 eines elektronischen Umschalters 69 und andererseits mit einer Impulsschaltung 70 verbunden. Deren Ausgang wiederum ist mit dem Eingang der Impulsschaltung 63 des Zeitgliedes ZD (Fig. 15) verbunden. Der zweite Eingang des Umschalters 69 ist mit der Steuerleitung 57 verbunden, die an den Tachogenerator 48 angeschlossen ist. Der Ausgang des Umschalters 69 ist mit einer Integratorstufe 71 und diese ausgangsseitig wiederum mit einem Vergleicher 72 verbunden, dessen Ausgang am Rücksetzeingang R des Flip-Flops 67 angeschlossen ist.

Die Funktion dieser Schaltung ist nachfolgend beschrieben. Bei Betätigung des Steuerschalters 49 durch das Auslöseelement 50 wird an den Setzeingang S des Flip-Flops 64 ein Signal geleitet, so daß dieses kippt und am Ausgang Q ein Signal erscheint, durch das einerseits die Impulsschaltung 70 vorbereitet und andererseits der normalerweise offene Umschalter 69 betätigt wird.

Hierdurch ist dann die Signalstrecke vom Tachogenerator 48 zur Integratorstufe 71 durchgeschaltet, so daß dieser eine drehzahlproportionale Spannung zugeführt wird. Dies hat zur Folge, daß am Ausgang der Integratorstufe 71 die Spannung linear von Null beginnend ansteigt, wobei die Steilheit des Anstieges von der Eingangsspannung abhängt. Aus hoher Eingangsspannung, entsprechend hoher Drehzahl, resultiert ein steiler Anstieg, während aus einer niedrigen Eingangsspannung, entsprechend einer niedrigen Drehzahl, ein flacher Anstieg hervorgeht. Im Vergleicher 72 wird diese Spannung mit einem feststehenden Spannungswert verglichen. Im Moment, in dem die Eingangsspannung diesen feststehenden Spannungswert übersteigt, gibt der Vergleicher 72 ein Signal an den

3. 11. 80

57 772 16

222703 - 33 -

Rücksetzeingang R des Flip-Flops 67, wodurch dieses wieder in seinen Sperrzustand zurückkippt. Die Dauer der Durchschaltung des Flip-Flops 67 ist umgekehrt proportional zur Steilheit des Anstieges der die Integratorstufe 71 verlassenden Spannung. Das Zurückkippen des Flip-Flops 67 in seinen Sperrzustand bewirkt eine Öffnung des Umschalters 69, so daß die Ausgangsspannung der Integratorstufe 71 wieder auf Null zurückläuft, und außerdem die Impulsschaltung 70 durchgeschaltet und ein kurzes Signal an den Eingang der Impulsschaltung 63 des Zeitgliedes ZD gegeben wird. Dieses Signal markiert den Beginn eines Schmiervorganges, dessen Dauer durch das Zeitglied ZD bestimmt ist und wie vorstehend beschrieben abläuft.

Der Steuerschalter 49 und die beiden Richtungsschalter 51; 52 mit Auslöseelement 50 können sowohl als mechanische oder berührungslos magnetisch, optisch kapazitiv funktionierende Schalter ausgebildet sein, sofern sie den Anforderungen nach zeitlicher Genauigkeit, hoher Schaltgeschwindigkeit, hoher Lebensdauer und hoher Störsicherheit gerecht werden. Es bleibt anzumerken, daß diese Schalter 49; 51; 52 einschließlich des Auslöseelementes 50 nicht notwendigerweise an der Gleitbahn G eines Kreuzkopfes 4 bzw. am Kreuzkopf angebracht sein müssen, sondern hierfür jede geeignete andere Stelle innerhalb der Brennkraftmaschine in Frage kommt. Außerdem ist es auch möglich, da die Bewegung der Kolben starr an die Bewegung der Kurbelwelle gebunden ist, zur Steuerung der Impulszuführung zu den einzelnen Steuerschaltungsmodulen eine zentrale, von der Kurbelwelle 1 gesteuerte Impulsteuervorrichtung zu verwenden, wodurch sich der Aufwand an einzelnen Schaltern reduzieren läßt.

3. 11. 80

57 772 16

222703 - 34 -

Der zusätzlich für die Kreuzkopfschmierung neben den anderen Steuerschaltungsmodulen SM1 bis SMn vorgesehene Steuerschaltungsmodul ZSM kann hinsichtlich seiner Treiberschaltung in gleicher Weise aufgebaut sein wie jene in den Fig. 9 bis 14 dargestellten Ausführungsvarianten. Entsprechendes gilt für das daran angeschlossene Ölverteilersystem. Der Einfachheit halber werden zur Steuerung des zusätzlichen Steuerschaltungsmoduls ZSM die Schalter 49; 51 und 52 sowie das Auslöseelement 50 eines Zylinders Z verwendet und Signale von deren Zuleitungen zum angeschlossenen Steuerschaltungsmodul über daran angekoppelte Abzweigungen 73, siehe Fig. 2, abgeleitet. Vom Richtungskontrollschalter 51 kommende Signale werden zur Steuerung der an den Gleitbahnen unten angeordneten Schmierstellen SK und Signale vom Richtungskontrollschalter 52 zur Steuerung der an den Gleitbahnen G oben angeordneten Schmierstellen SK verwendet. Vom Steuerschalter 49 kommende Signale werden zur Vorbereitung eines Schmiervorganges verwendet.

In vorteilhafter Weise sind alle Schaltungselemente der elektronischen Zentralsteuereinheit 10 vornehmlich auf einer einzigen Schaltungsplatine angeordnet. Letztere weist an ihrem Rand Steck- oder Gleitkontakte auf und bildet zusammen mit den auf ihr angeordneten elektronischen Schaltungselementen einen vorfertigbaren Einschubmodul, der in einen entsprechend ausgebildeten Schaltkasten (nicht dargestellt) einsetzbar und bei Bedarf, z. B. bei einem Defekt, in seiner Gesamtheit auswechselbar ist. In dem Schaltkasten sind alle Steuerleitungen, die mit den einzelnen zu steuernden Elementen verbunden sind, an entsprechende Anschlüsselemente angeschlossen, die mit den Steck- oder Gleitkontakten der Schaltungsplatine in Einbaulage derselben elektrisch kontaktiert sind.

222703

- 35 -

Erfindungsanspruch

1. Schmiersystem für eine Brennkraftmaschine zur Zuführung von Schmieröl zu einer Vielzahl räumlich verteilt angeordneter Schmierstellen mit einer Schmiereinrichtung und einer elektronischen Steuereinrichtung, der zur taktmäßigen Freigabe des Schmieröles der Maschinenlaufgeschwindigkeit proportionale elektrische Steuersignale zuführbar sind, gekennzeichnet dadurch, daß an einer, von einem Schmieröldruckerzeuger (7) mit Schmieröl regulierbaren Druckes versorgten Schmierölhauptleitung (8) über hiervon abzweigende Zulaufleitungen (9) mehrere Ölverteilersysteme (OV1 bis OVn) angeschlossen sind, von denen jeweils mehrere mit Schmierstellen (S1 bis Sn; SK) verbundene Schmierleitungen (PL1 bis PLn; GS1 bis GSn) wegführen, die intern an elektrisch steuerbare, eingangsseitig an der jeweiligen Zulaufleitung (9) angekoppelte Öldurchlaßsteuerelemente (SV1 bis SVn; SV; 27; 28; 29; 32; 33; 34; 35; 36; 39; 40) angeschlossen sind, deren elektrische Steuerelemente über Steuerleitungen mit einer elektronischen Zentralsteuereinheit (10) verbunden sind, der die der Maschinenlaufgeschwindigkeit proportionalen Steuersignale zuführbar sind, dort durch spezielle Schaltungseinheiten (11; 19; 20; SM1 bis SMn; SP; ZSM) ausgewertet und dahingehend verarbeitet werden, daß den Öldurchlaßsteuerelementen der Ölverteilersysteme elektrische Impulse in bestimmter Reihenfolge, zu bestimmten Zeiten mit bestimmter zeitlicher Dauer zur Freigabe der Schmierölleitungen und exakt dosierter Schmierölmengen zu den einzelnen Schmierstellen zuführbar sind.

2. Schmiersystem nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß

3. 11. 80

57 772 16

222703 - 36 -

die Öldurchlaßsteuerelemente innerhalb eines Ölverteilersystems (OV1 bis OVn; ZOV) durch elektrohydraulische Servoventile (SV1 bis SVn) gebildet sind, von denen jedes eingangsseitig über eine Abzweigung mit der Zulaufleitung (9) und ausgangsseitig mit einer zu einer Schmierstelle (S1 bis Sn; SK) führenden Schmierleitung (PL1 bis PLn; GS1; GSn) sowie über eine elektrische Steuerleitung mit der elektronischen Zentralsteuereinheit (10) verbunden ist.

3. Schmiersystem nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Öldurchlaßsteuerelemente innerhalb eines Ölverteilersystems (OV1 bis OVn; ZOV) aus einem elektrohydraulischen Servoventil (SV), einem diesem nachgeordneten rotatorisch arbeitenden elektrohydraulischen Umschalter (27) mit Gehäuse (28) und Verteilerrotor (29) bestehen, welcher letzterem ein Stellmotor (30) als Antrieb und ein Sensor (31) zur Abföhlung seiner Schaltstellung beigeordnet sind, und daß das Servoventil (SV), der Stellmotor (30) und der Sensor (31) über je eine elektrische Steuerleitung mit der elektronischen Zentralsteuereinheit (10) verbunden sind, und daß der Verteilerrotor (29) ein Zulaufreservoir (32) aufweist, das zulaufseitig an der durch das Servoventil freigebbaren Zuleitung (9) mit Schmieröl versorgt wird und an einen rotorinternen Verteilerkanal (40) angeschlossen ist, der in jeder Ruhelage des Verteilerrotors an eine oder mehrere der ins Gehäuse (28) einmündenden Schmierleitungen (PL1 bis PLn; GS1 bis GSn) angeschlossen ist.

222703 - 37 -

4. Schmiersystem nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Öldurchlaßsteuerelemente innerhalb eines Ölverteilersystems (OV1 bis OVn; ZOV) aus einem rotatorisch arbeitenden hydraulischen Umschalter (34) mit Gehäuse (35) und Verteilerrotor (36) bestehen, welcher letzterer ein Stellmotor (37) als Antrieb sowie ein Sensor (38) zur Abfühlung seiner Schaltstellungen beigeordnet sind, daß der Stellmotor (37) und der Sensor (38) über je eine elektrische Steuerleitung mit der elektronischen Zentralsteuereinheit (10) verbunden sind, und daß der Verteilerrotor (36) ein Zulaufreservoir (39) aufweist, das zulaufseitig aus der Zulaufleitung (9) mit Schmieröl versorgt wird und rotorintern an einen Verteilerkanal (40) angeschlossen ist, der in jeder zweiten Ruhestellung des Verteilerrotors (36) während der Schmierphasen an eine oder mehrere der ins Gehäuse (35) einmündenden Schmierleitungen (PL1 bis PLn; GS1 bis GSn), während der Schmierpausen jedoch in Zwischenstellungen stehend nicht an die Schmierleitungen angeschlossen ist.
5. Schmiersystem nach einem der Punkte 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, daß die elektronische Zentralsteuereinheit (10) einen Mikroprozessor (11) zur Steuerung der Schmierölfreigabe aller einzelnen Schmierölleitungen der Brennkraftmaschine sowie weiterer Funktionen, wie der Steuerung des Schmieröldruckerzeugers (7), und weitere Schaltbaugruppen, wie Verstärkerschaltungen (12), zur Verstärkung der den Mikroprozessor (11) verlassenden Steuersignale aufweist.
6. Schmiersystem nach Punkt 5, gekennzeichnet dadurch, daß der in der elektronischen Zentralsteuereinheit (10) an-

3. 11. 80

57 772 16

222703 - 38 -

geordnete Mikroprozessor (11) aus einer Zentralprozessoreinheit (CPU), wenigstens einem Lese-Speicher (ROM) als Festwertspeicher für Anwenderprogramme, wenigstens einem Schreib-Lese-Speicher (RAM) als Arbeitsspeicher des Systems, einer Taktquelle (13), einer Zeitbasis (14) und gegebenenfalls einer Zusatzlogik (15) besteht, welche Teile an einen allen gemeinsamen zentralen, mehradrigen Datenverteilerkanal (16) angeschlossen sind, an den andererseits auch die zu den elektrischen Bauteilen der einzelnen Ölverteilersysteme führenden Steuerleitungen sowie ein von der Kurbelwelle (1) der Brennkraftmaschine gesteuerter, digital inkremental oder analog arbeitender Drehmelder (17) angeschlossen sind.

7. Schmiersystem nach Punkt 6, gekennzeichnet dadurch, daß dem Drehmelder (17) im Falle analoger Arbeitsweise ein dessen erzeugte Spannungen in entsprechende digitale Signale umwandelnder und in der elektronischen Zentralsteuereinheit (10) dem Mikroprozessor (11) vorgeschalteter Analog-Digital-Wandler (19) nachgeschaltet ist.
8. Schmiersystem nach einem der Punkte 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, daß jedem Ölverteilersystem (OV1 bis OVn; ZOV) zur Freigabe von dessen Schmierleitungen (PL1 bis PLn; GS1 bis GSn) ein in der elektronischen Zentralsteuereinheit (10) angeordneter elektronischer Steuerschaltungsmodul (SM1 bis SMn; ZSM) zugeordnet ist.
9. Schmiersystem nach Punkt 8, gekennzeichnet dadurch, daß jedem Steuerschaltungsmodul (SM1 bis SMn; ZSM) der elektronischen Zentralsteuereinheit (10) zum Erhalt wegab-

222703 - 39 -

hängiger und maschinenlaufgeschwindigkeitsproportionaler Steuersignale ein Steuerschalter (49) vorgeschaltet ist, der feststehend angeordnet durch ein an diesem vorbeibewegbares, an einem beweglichen Teil der Brennkraftmaschine, beispielsweise dem Kreuzkopf (4), angeordnetes Auslöseelement (50) aktivierbar ist, wobei der Schaltweg bei Relativbewegung zwischen Steuerschalter (49) und Auslöseelement (50) begrenzt durch die Länge (L) des letzteren direkt Beginn, Dauer und Ende der Aktivierung des jeweils angeschlossenen Steuerschaltungsmoduls und damit auch direkt Beginn, Dauer und Ende eines Schmiervorganges markiert.

10. Schmiersystem nach Punkt 8 oder 9, gekennzeichnet dadurch, daß zur Aktivierung des jeweiligen Steuerschaltungsmoduls (SM1 bis SMn; ZSM) nur in einer Richtung der Relativbewegung zwischen Steuerschalter (49) in Bewegungsrichtung des Auslöseelementes (50) ein Richtungskontrollschalter (51) vorgeschaltet und ein weiterer Richtungskontrollschalter (52) nachgeschaltet sind, die beide ebenfalls durch das Auslöseelement (50) aktivierbar und über Steuerleitungen mit dem an den Steuerschalter (49) angeschlossenen Steuerschaltungsmodul (SM1 bis SMn; ZSM) verbunden sind.
11. Schmiersystem nach einem der Punkte 8 bis 10, gekennzeichnet dadurch, daß jeder Steuerschaltungsmodul (SM1 bis SMn) der elektronischen Zentralsteuereinheit (10) aus einem Flip-Flop (53) und einem UND-Gatter (54) besteht, dessen erster Eingang mit dem Steuerschalter (49) und dessen zweiter Eingang mit dem Ausgang (Q) des Flip-Flops (53) verbunden ist, daß der dem Ausgang (Q)

3. 11. 80

57 772 16

222703 - 40 -

des Flip-Flops gegenüberliegende Setzeingang (S) mit dem vorgeschalteten Richtungskontrollschalter (51) und der Rücksetzeingang (R) des Flip-Flops (53) mit dem nachgeschalteten Richtungskontrollschalter (52) verbunden ist, und daß die am Ausgang des UND-Gatters (54) erscheinenden Impulse zur taktmäßigen Freigabe der Schmierleitungen (PL1 bis PLn) des angeschlossenen Ölverteilersystems (OV1 bis OVn) und zur Steuerung einer die zyklische Fortschaltung der besagten Öldurchlaßsteuerolelemente auslösenden Treiberschaltung (55) dienen.

12. Schmiersystem nach einem der Punkte 1, 2 und 8 bis 11, gekennzeichnet dadurch, daß die dem UND-Gatter (54) nachgeschaltete Treiberschaltung (55) aus einem Ringzähler (56), dem gegebenenfalls eine Verstärkerschaltung (57) nachgeschaltet ist, besteht, von dessen Ausgängen jeweils einer über eine Steuerleitung mit einem der elektrohydraulischen Steuerventile (SV1 bis SVn) des jeweils angeschlossenen Ölverteilersystems (OV1 bis OVn) verbunden ist.
13. Schmiersysteme nach einem der Punkte 1, 3 und 8 bis 11, gekennzeichnet dadurch, daß am Ausgang des UND-Gatters (54) über eine Steuerleitung das einzige Servoventil (SV) des jeweils angeschlossenen Ölverteilersystems (OV bis OVn) sowie über einen ersten Steuereingang (58) die Treiberschaltung (55) angeschlossen sind, wobei die Treiberschaltung (55) zum Antrieb des Stellmotors (30) dient und über eine Steuerleitung mit diesem und über eine weitere Steuerleitung mit dem Sensor des jeweils angeschlossenen Ölverteilersystems verbunden ist.

222703 - 41 -

14. Schmiersystem nach einem der Punkte 1 bis 4 und 8 bis 13, gekennzeichnet dadurch, daß jeder elektronische Steuerschaltungsmodul (SM1 bis SMn) in der vom Steuerschalter (49) zum UND-Gatter (54) führenden Steuerleitung ein Zeitglied (ZD), das unter anderem eine Integratorstufe (65) besitzt, aufweist, in das über eine Zuleitung (47) fortlaufend elektrische Signale von einem von der Kurbelwelle (1) der Brennkraftmaschine angetriebenen Tachogenerator (48) eingespeist werden, wobei das Zeitglied (ZD) zur drehzahl- beziehungsweise maschinenlaufgeschwindigkeitsabhängigen Steuerung der Dauer der Schmierleitungsfreigabe des jeweils angeschlossenen Ölverteilersystems (OV1 bis OVn) nach Festlegung des Freigabebeginns durch Aktivierung des Steuerschalters (49) dient.
15. Schmiersystem nach einem der Punkte 1 bis 4 und 8 bis 13, gekennzeichnet dadurch, daß jeder elektronische Steuerschaltungsmodul (SM1 bis SMn) in der vom Steuerschalter (49) zum UND-Gatter (54) führenden Steuerleitung ein erstes Zeitglied (ZB) und ein zweites Zeitglied (ZD), die jeweils unter anderem über eine Integratorstufe (65 bzw. 71) verfügen, aufweist, in die über Zuleitungen (47) fortlaufend elektrische Signale von einem von der Kurbelwelle (1) der Brennkraftmaschine angetriebenen Tachogenerator (48) eingespeist werden, wobei das erste Zeitglied (ZB) zur drehzahl- bzw. maschinenlaufgeschwindigkeitsabhängigen Steuerung einer verzögerten Auslösung der Schmierleitungsfreigabe des jeweils angeschlossenen Ölverteilersystems (OV1 bis OVn) und das zweite Zeitglied (ZD) zur drehzahl- bzw.

3. 11. 80

57 772 16

222703 - 42 -

maschinenlaufgeschwindigkeitsabhängigen Steuerung der Dauer der Schmierleitungsfreigabe im angeschlossenen Ölverteilersystem nach Aktivierung des Steuerschalters (49) dient.

16. Schmiersystem nach einem der Punkte 8 bis 15, gekennzeichnet dadurch, daß in der elektronischen Zentralsteuereinheit (10) außer den Steuerschaltungsmodulen (SM1 bis SMn) eine Regelschaltung zur Steuerung eines aus einer Hochdruckpumpe (24), einem Druckregelventil (25), einem dieses antreibenden Stellmotor (26) und einem Drehwinkelabnehmer (44) bestehenden Schmieröldruckerzeugers (7) angeordnet ist, der ebenfalls fortlaufend elektrische Signale vom von der Kurbelwelle (1) angetriebenen Tachogenerator (4) zur drehzahl- bzw. maschinenlaufgeschwindigkeitsproportionalen Steuerung des Schmieröldruckes zugeführt werden.
17. Schmiersystem nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Schaltungselemente der elektronischen Zentralsteuereinheit (10) vornehmlich auf einer einzigen Schaltungsplatine angeordnet sind und zusammen mit dieser einen extern vorgefertigten Einschubmodul bilden, der in einen Schaltkasten einsetzbar und bei Bedarf in seiner Gesamtheit auswechselbar ist.

Hierzu 5 Seiten Zeichnungen

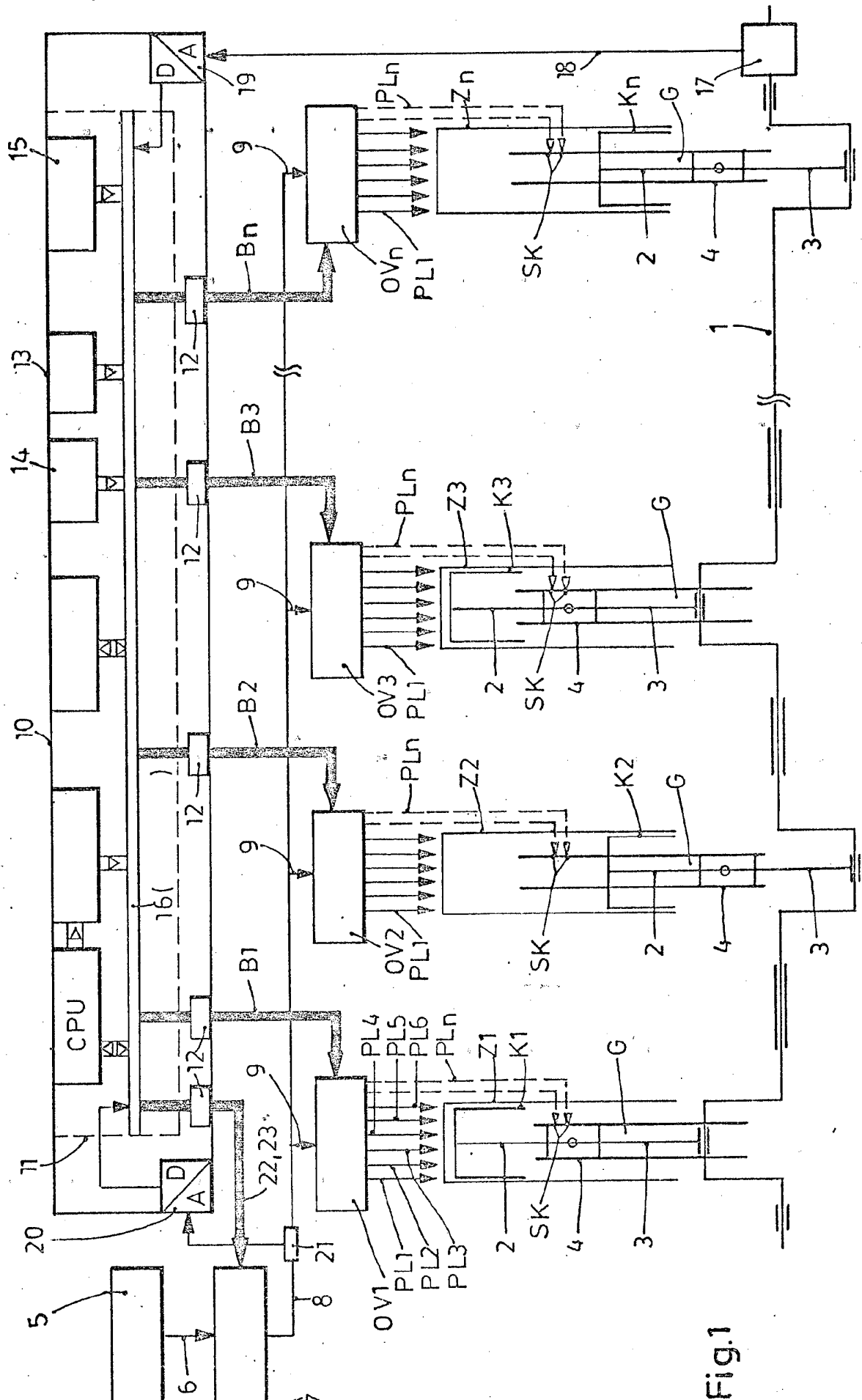
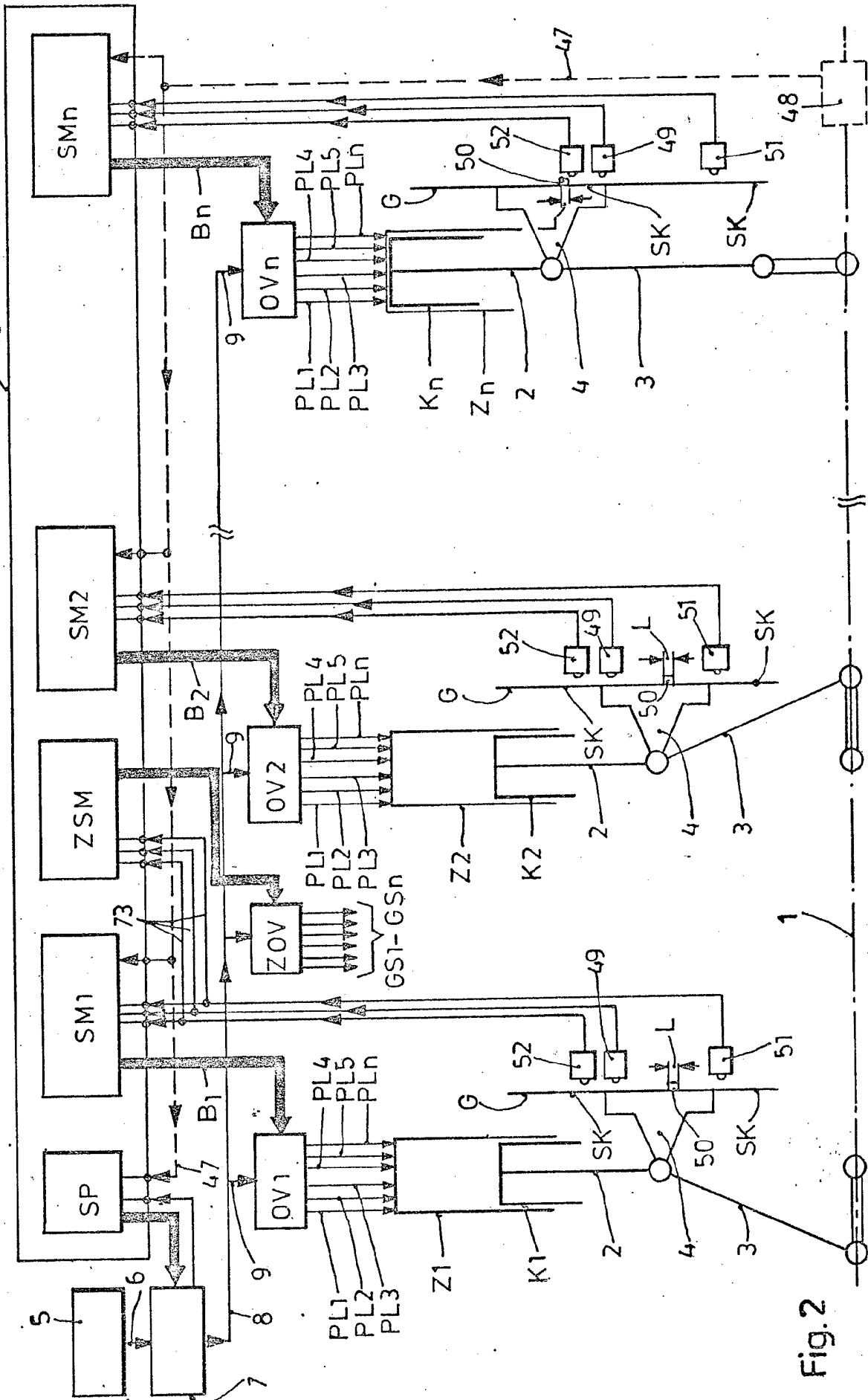


Fig.1



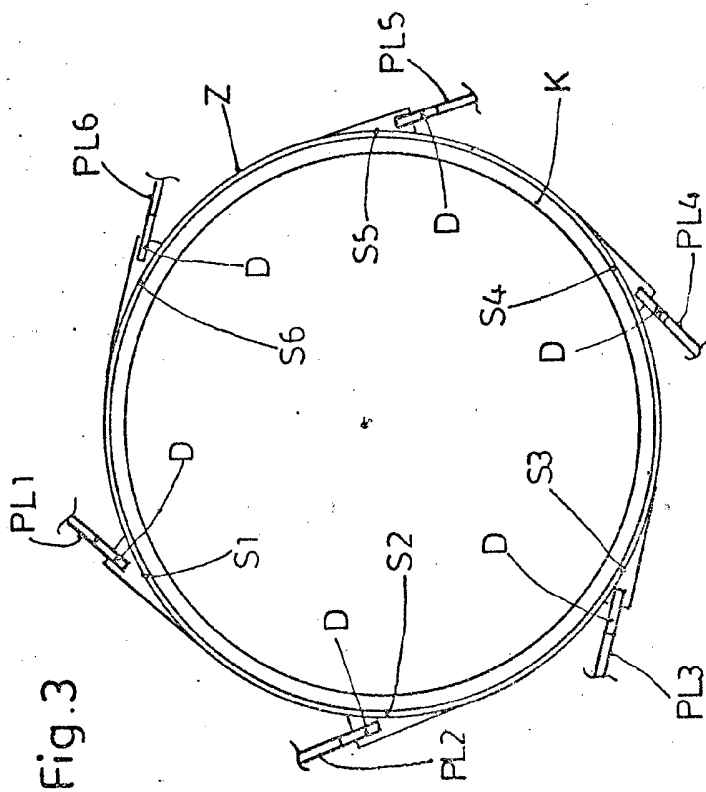


Fig. 4

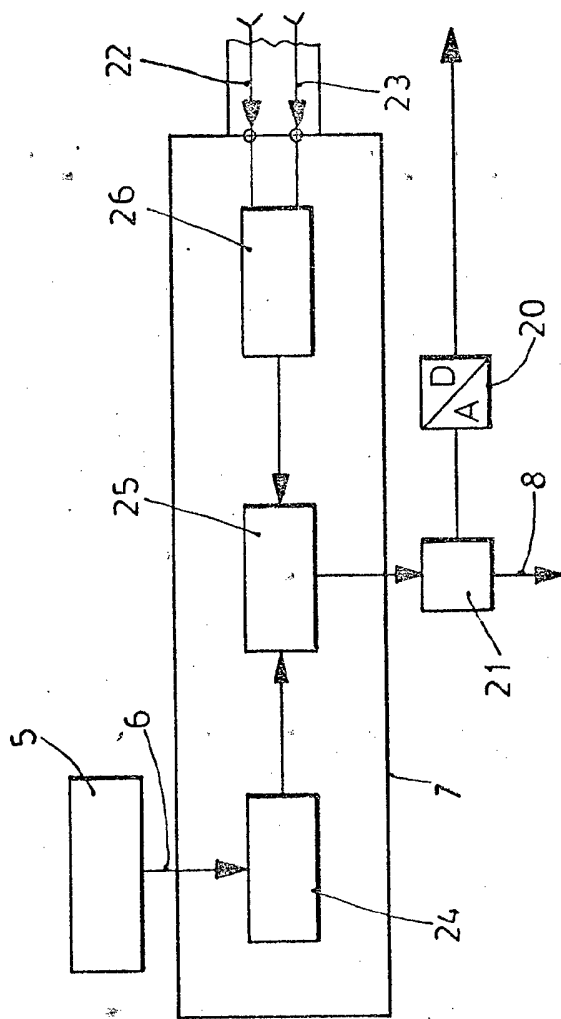


Fig. 5

