



(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 232 885 A5

4(51) B 62 D 15/00

## AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) AP B 62 D / 273 480 8  
(31) 739/84(22) 22.02.85  
(32) 24.02.84(44) 12.02.86  
(33) HU

(71) siehe (73)

(72) Ivony, József, Dipl.-Ing.; Madocsay, Attila, Dipl.-Ing.; Ratskó, István, Dr. Dipl.-Ing.; Horváth, Béla, Dipl.-Ing.; Mádi, Jenő, Dipl.-Ing., HU

(73) Autóipari Kutató és Fejlesztő Vállalat, 1115 Budapest, Csóka u. 7-13; Ikarus Karosszéria és Jármögyár, 1115 Budapest, Margit u. 2, HU

(54) **Hydraulische Vorrichtung zum Beeinflussen des Knickwinkels bei Gelenkzügen**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine mit hydraulischer Dämpfung versehene Vorrichtung, insbesondere für Heckmotor-Autobusse mit Schubgelenk. Durch die Erfindung wird eine mit hoher Sicherheit arbeitende, innerhalb kürzester Zeit wirksam werdende Einrichtung zur Dämpfung von Schwingungen des Sekundärwagens in Seitenrichtung vorgeschlagen. Das Wesen der Erfindung besteht in einer elektromagnetischen Winkellagenauswerteinheit, die ein für den Abweichungswert des tatsächlichen Knickwinkels charakteristisches Ausgangssignal abgibt, welches zugleich das Eingangssignal für die Steuereinheit einer Dämpfungseinrichtung mit veränderbarem Widerstand ist. Die Dämpfungseinrichtung ist eine Drossel mit veränderbarem Widerstand, die in der hydraulischen Schleife eine Arbeitsvorrichtung mit zwei Arbeitsräumen angeordnet ist.

## Patentansprüche:

1. Vorrichtung zum Beeinflussen des Knickwinkels, welche über eine die Abweichung des tatsächlichen Knickwinkels vom dem Radeinschlagwinkel zugeordneten Knickwinkel in positiver oder negativer Richtung feststellende Einheit verfügt, wobei das positive oder negative Abweichungssignal zugleich das Eingangssignal der Verriegelungssteuereinheit der mit die hydraulische Strömungsrichtung wahrnehmender hydraulischer Schleife verbundenen doppeltwirkenden Arbeitsvorrichtung bildet, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Winkellagenauswerteinheit elektronisch ausgebildet ist und ein für das Maß der Abweichung des tatsächlichen Knickwinkels vom dem Radeinschlagwinkel zugeordneten Knickwinkel charakteristisches Ausgangssignal liefert, das zugleich ein Eingangssignal der Steuereinheit der Dämpfungseinheit veränderbaren Widerstands bildet, wobei die Dämpfungseinheit in der hydraulischen Schleife über Drossel veränderbaren Widerstands verfügt und einen mit dem Maß der Abweichung des tatsächlichen Knickwinkels vom bestimmungsgemäßen Knickwinkel in umgekehrtem Maß stehenden, fortlaufend und/oder stufenweise veränderbaren Drosselwiderstand hat.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der stufenweise veränderbare Drosselwiderstand als ein in die hydraulische Schleife eingeschaltetes Drosselelement und dazu parallel eingeschaltetes elektrohydraulisches Absperrventil ausgebildet ist, dessen elektrisches Betätigungselement in der Steuereinheit der Dämpfungseinheit eingeschaltet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß mehrere, aus dem Drosselelement und dem dazu parallel eingeschalteten elektrohydraulischen Absperrventil gebildete Zweistellungs-drosseleinheiten in der hydraulischen Schleife in Reihe geschaltet und ihre elektrischen Betätigungselemente in der Steuereinheit der Dämpfungseinheit eingeschaltet sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß mehrere, aus dem Drosselelement und dem damit in Reihe geschalteten elektrohydraulischen Absperrventil gebildete Zweistellungs-drosseleinheiten in der hydraulischen Schleife parallel zueinander geschaltet und ihre elektrischen Betätigungselemente in der Steuereinheit der Dämpfungseinheit eingeschaltet sind.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Drosselelement als eine Drossel ständigem Querschnitt ausgebildet ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Drosselelement als Zweiwegeströmungsventil ausgebildet ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der in der hydraulischen Schleife eingeschaltete Drosselwiderstand als Drossel proportionaler Betätigung eingeschaltet ist, dessen elektrisches Betätigungselement in der Steuereinheit der Dämpfungseinheit eingeschaltet ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der in der hydraulischen Schleife eingeschaltete Drosselwiderstand als Zweiwegeströmungsventil proportionaler Betätigung eingeschaltet ist, dessen elektrisches Betätigungselement in der Steuereinheit der Dämpfungseinheit eingeschaltet ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steuereinheit der Dämpfungseinheit im zweckmäßig gewählten Geschwindigkeitsbereich über einen Fahrzeuggeschwindigkeitsfühler für bestimmte Knickwinkelabweichung verfügt, und am Ausgang der Steuereinheit der Dämpfungseinheit ein Ausgangssignal für abnehmende Drosselung zum größeren Fahrzeuggeschwindigkeit charakterisierenden Signal zugeordnet ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steuereinheit der Dämpfungseinheit über einen Fahrzeuggeschwindigkeitsfühler verfügt, und zu den bestimmten Fahrzeuggeschwindigkeits- und Knickwinkelabweichungswerten am Ausgang der Steuereinheit der Dämpfungseinheit ein Ausgangssignal für Leistungsverminderung des Antriebsmotors des Fahrzeuges zugeordnet ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steuereinheit der Dämpfungseinheit über einen Knickwinkelgeschwindigkeits- und/oder Winkelbeschleunigungsfühler verfügt und zu bestimmten Knickwinkelgeschwindigkeits- und/oder Beschleunigungswerten am Ausgang der Steuereinheit der Dämpfungseinheit ein Ausgangssignal zur Modifizierung des Drosselwertes des Drosselwiderstandes zugeordnet ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die hydraulische Schleife den dritten und vierten Anschluß des elektromagnetisch betätigten hydraulischen Dreistellungs-Vierwegeventils verbindet, wobei an diesem ersten Anschluß der eine Arbeitsraum der doppeltwirkenden hydraulischen Kolben-Arbeitsvorrichtung, am zweiten Anschluß der andere Arbeitsraum der erwähnten Arbeitsvorrichtung angeschlossen ist; in der hydraulischen Schleife ein die Strömung aus der Richtung des dritten Anschlusses in Richtung des vierten Anschlusses abschließend angeordnetes Rückschlagventil vorgesehen ist; in der mittleren Ruhestellung des Schiebers des Dreistellungs-Vierwegeventils mindestens der erste Anschluß, der zweite Anschluß und der vierte Anschluß gegenseitig geöffnet sind, in der negativen Aussteuerungsstellung der erste Anschluß und der vierte Anschluß, sowie der zweite Anschluß und der dritte Anschluß und in der positiven Aussteuerungsstellung der erste Anschluß und der dritte Anschluß, sowie der zweite Anschluß und der vierte Anschluß gegenseitig geöffnet sind; und die Einknickverriegelung zugleich auch den Winkeländerungsrichtungsgeber bildet, indem die geöffnete Stellung des Rückschlagventils bei negativer Stellung des Dreistellungs-Vierwegeventils einen Ausgang mit negativem Vorzeichen bildet, die geschlossene Stellung des Rückschlagventils bei positiver Stellung des Dreistellungs-Vierwegeventils einen Ausgang mit negativem Vorzeichen, bei negativer Stellung des Dreistellungs-Vierwegeventils einen Ausgang mit positivem Vorzeichen bildet, wobei diese Knickwinkeländerungsrichtungs-vorzeichen zugleich das Eingangssignal der Verriegelungsbetätigungseinheit bilden, dessen weiteres Eingangssignal durch das Ausgangssignal der an den Einschlagwinkel- und Knickwinkelfühlereinheiten angeschlossenen, die Abweichung des Knickwinkels vom zum Vorderradeinschlagwinkel gehörenden bestimmten Knickwinkel auswertenden Winkellagenauswerteinheit gebildet ist, dieses Ausgangssignal eine gegenseitige Zuordnungslage anzeigt, soweit mit dem zum Lenkeinschlagwinkel des Vorderrades zugeordneten Einknickwinkels  $|\beta_p|$  — innerhalb eines bestimmten Winkelbereiches — der Einknickwinkel  $|\beta|$  übereinstimmt und das Ausgangssignal — je nach Wahl — positiv ist, soweit in Draufsicht des Fahrzeuges gesehen der Knickwinkel im Vergleich zu dem dem Lenkeinschlagwinkel zugeordneten Knickwinkel im Uhrzeigersinn nacheilt, ferner das Ausgangssignal negativ ist, soweit der Einknickwinkel im Vergleich zum dem Lenkeinschlagwinkel zugeordneten Knickwinkel im Uhrzeigersinn voreilt; die erwähnte Knickwinkeländerungsrichtung — infolge der Einbaulage der doppeltwirkenden hydraulischen Kolben-Arbeitsvorrichtung — positiv ist, wenn in Draufsicht des Fahrzeuges das Einknicken des Sekundärwagens im Vergleich zum Primärwagen mit dem Uhrzeigersinn übereinstimmt, und bei der entgegengesetzten Richtung negativ ist, ferner zu den zwei Eingangssignalen entgegengesetzten Vorzeichens

der Verriegelungsbetätigungseinheit die verriegelte Lage der Einknickverriegelung zugeordnet ist, die den Einschlagwinkel  $/\alpha/$  wahrnehmende Einheit über ein mit dem gelenkten Rad verbundenes bewegbares Element verfügt und ihr feststehendes bzw. bewegbares Element je nach Wahl von der vollständig nach links eingeschlagenen Stellung beginnend in Abschnitte aufgeteilt ist; jedem einzelnen Abschnitt ein auf seine Stellung im Vergleich zu den anderen hinweisendes diskretes Ausgangssignal von einem von den anderen Abschnitten unterschiedlichem Wert zugeordnet ist, die den Knickwinkel  $/\beta/$  wahrnehmende Einheit über ein mit einem der verbundenen Fahrzeuggliedern verbundenes bewegbares Element verfügt, eines ihrer feststehendes bzw. bewegbaren Elemente in Abschnitte aufgeteilt ist, jedem einzelnen Abschnitt ein auf seine Stellung im Vergleich zu den anderen hinweisendes Ausgangssignal von einem von den anderen Abschnitten unterschiedlichem Wert in der Einschlagwinkelfühlereinheit und der Knickwinkelfühlereinheit zugeordnet ist, die die Grenzen der Abschnitte gleicher Ordnungszahl bildenden Winkel durch die zueinander geordneten Radeinschlagwinkel  $/\alpha/$  und Knickwinkel  $/\beta_p/$  gebildet sind, die das Ausgangssignal weiterleitenden Anschlüsse beider erwähnten Fühlereinheiten durch Signalweiterleitungselemente mit der Winkellagenauswertereinheit verbunden sind, die Winkellagenauswertereinheit über Vergleichs- und Auswertelemente und Ausgangssignalanschlüsse verfügt, an den Ausgangssignalanschlüssen — der obigen Ordnungszahl entsprechend — das Abweichungsvorzeichen positiv ist, soweit die Ordnungszahl des durch das Ausgangssignal der Einschlagwinkelfühlereinheit charakterisierten Winkelabschnittes  $/\alpha_i/$  kleiner als die Ordnungszahl des durch das Ausgangssignal der Knickwinkelfühlereinheit charakterisierten Winkelabschnittes ist und die Abweichung zwischen den Ordnungszahlen einen bestimmten Zahlwert überschreitet, am Ausgangssignalanschluß das Abweichungsvorzeichen negativ ist, soweit die Abweichung zwischen der Ordnungszahl des durch das Ausgangssignal der Einschlagwinkelfühlereinheit charakterisierten Knickwinkelabschnittes  $/\beta_i/$  und den Ordnungszahlen einen bestimmten Wert überschreitet.

hierzu 9 Seiten Zeichnungen

### Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf eine mit hydraulischer Dämpfung versehene hydraulische Vorrichtung zum Beeinflussen des Knickwinkels bei Gelenkzügen, insbesondere für Heckmotor-Autobusse mit Schubgelenk.

### Charakteristik der bekannten techn. Lösungen

Es ist bekannt, daß bei Heckmotor-Autobussen mit Schubgelenk eine Vorrichtung zur Knickwinkelverriegelung und/oder Knickwinkelsteuerung zwecks Verhinderung der Lage eines ordnungswidrigen Knickwinkels, der ordnungswidrigen Bewegung des Sekundärwagens verwendet wird. Der Heckmotor-Autobus mit Schubgelenk ist infolge der Schubkraft, welche an den angetriebenen Rädern des Sekundärwagens auftritt, geneigt, gegen die Innenseite, d. h. den Mittelpunkt der Kurve einzuknicken, weiterhin in der Kurve im Falle einer Fahrt großer Geschwindigkeit gegen die Außenseite der Kurve auszutreiben. Diese ordnungswidrigen Erscheinungen können durch eine Knickwinkelverriegelungsvorrichtung verhindert werden, welche gegenüber Knickwinkelveränderungen ordnungswidriger Richtung sperrt, aber Knickwinkelveränderungen richtiger Richtung zuläßt, welche aufgrund des dem Lenkeinschlagwinkel zugeordneten Knickwinkels ein schlupffreies Abrollen gleichmäßiger Geschwindigkeit und ständigen Radius vorausgesetzt bestimmt wird.

Zielsetzung der Verwendung der Knickwinkelverriegelungsvorrichtung ist die Verhinderung der unfallgefährlichen Fahrzeugbewegung ohne Beeinflussung anderer Fahrzeugbewegungen.

Bei den in der Praxis verwirklichten Vorrichtungen arbeitet die Knickwinkelverriegelungsvorrichtung in einem Bereich des Knickwinkels  $0^\circ$ , bzw. im bestimmten Winkelbereich um den Lenkeinschlagwinkel  $0^\circ$  überhaupt nicht. So ist z. B. bei dem mit der DE-PS 2.420.303 /HU 177.521/ beschriebenen Vorrichtung gebauten Gelenkautobus das Gelenk von freier Bewegung, wenn der Lenkeinschlagwinkel außerhalb von  $\pm 8^\circ$  liegt und der Knickwinkel zugleich kleiner bleibt als der dem Lenkeinschlagwinkel zugeordnete Knickwinkel bei derselben Drehrichtung. Die Gelenkverriegelung tritt in Aktion, wenn der Lenkeinschlagwinkel und der Knickwinkel von entgegengesetzter Richtung sind und der Knickwinkel größer als  $5,5^\circ$  ist.

Das Gelenk gelangt gegenüber der weiteren Einknickung in geschlossene Lage, wenn der Knickwinkel größer als  $5,5^\circ$  und zugleich größer als der dem Lenkeinschlagwinkel zugeordnete Knickwinkel ist. Die Vorrichtung dämpft die Schwingungen des Sekundärwagens in Seitenrichtung, wenn der Lenkeinschlagwinkel innerhalb von  $\pm 8^\circ$  ist und der Knickwinkel innerhalb von  $\pm 5,5^\circ$  bleibt.

Es ist eine derartige, in der Praxis verwirklichte Vorrichtung zum Beeinflussen des Knickwinkels bekannt, wobei die Verriegelung der Patentbeschreibung Nr. EU-0046484 (ungarische Patentanmeldung Nr. 2422/81) entsprechend gelöst ist, also das Einknicken in ordnungswidriger Richtung durch die Gelenkbremse verhindert wird. Das durch den zwischen die zwei Fahrzeugglieder eingebauten hydraulischen Schwingungsdämpfer ausgeübte Moment, welche seine Wirkung jeweils gegenüber der Bewegung und diese verhindernd ausübt, wird auf das durch die Bremse ausgeübte Bremsmoment superponiert. Der Betrieb des eingebauten Schwingungsdämpfers ist von Einfachrichtung, im Falle von Zusammendrücken übt er einen zu der Kolbengeschwindigkeit proportionalen Widerstand aus, wogegen die gegenüber Auseinanderziehung ausgeübte Kraftwirkung unbedeutend ist. In dem Schwingungsdämpfer ist keine von außen gesteuerte Regeleinrichtung eingebaut.

Aus weiteren Patentbeschreibungen sind Vorschläge zum Dämpfen der schwingungsartigen Knickwinkeländerungen zwischen den zwei Fahrzeuggliedern bekannt. Die mit den Heckmotor-Autobussen mit Schubgelenk erhaltenen Versuchs- und Betriebserfahrungen zeigen, daß bei größerer Fahrtgeschwindigkeit, bei einer Fahrt von über 80–100 km/h der Sekundärwagen infolge einer plötzlichen Lenkradbewegung, oder plötzlichen Schubkraftänderung, oder während Bahnstreifenwechslung zwecks Vorfahrt in Schwingung kommen kann. Sehr kräftige, unkontrollierbare Schwingungen treten innerhalb desjenigen Bereiches auf, wo die Knickwinkelverriegelungsvorrichtung noch nicht in Aktion tritt. Zugleich ist aber die Zulassung der freien Knickwinkeländerung bestimmten Grades um den Knickwinkel  $0^\circ$  eine fahrdynamische Anforderung, wobei die Schwingungen doch verhindert werden sollen.

Die Vorschläge in den Patentbeschreibungen versuchen dieses Problem auf verschiedener Weise zu lösen. Bei den Lösungen mit hydraulischem Verriegelungskolben ist der Einbau einer Drossel, d. h. die Verwendung von veränderlichem Widerstand zwecks Dämpfung offenbar. Bei der Lösung laut HU 179.667 /US-PS 4.366.966, SU-PS 1.032.997/ erhöht sich das Maß der Drossel mit der Größe des Knickwinkels. Bei der Lösung laut DE-OS 3.004.409 ist dagegen die Veränderung der Drossel von der Änderung des Knickwinkels unabhängig. Diese Beschreibung schlägt für die Steuerung des ein- und ausschaltbaren Drosselwiderstandes vor, die verschiedenen, voneinander abweichenden fahrdynamischen Kennzeichen in Betracht zu nehmen. Bei einer

Bei einer anderen vorgeschlagenen Ausführung kann der Dämpfungswiderstand bei kleinen Lenkwinkeln, im Falle von großer Fahrtgeschwindigkeit auf großen Wert eingestellt werden. Diese Beschreibung gibt also keine eindeutige Lehre für die Einstellung des Schwingungsmaßes bei Heckmotor-Autobussen mit Schubgelenk, welche mit Knickwinkelverriegelungsvorrichtung mit hydraulischem Kolben versehen sind.

Aus den komplizierten fahrdynamischen Eigenschaften der Gelenkfahrzeuge ist es offenbar, daß die Verhinderung der ordnungswidrigen Schwingung des Sekundärwagens in Seitenrichtung auf korrekte Weise derart nicht möglich ist, daß eines der grundsätzlich wichtigen fahrdynamischen Kennzeichen, wie z. B. der Lenkeinschlagwinkel /HU 179.667/, oder z. B. der Knickwinkel /DE-OS 3.004.409/ außer Acht gelassen wird, oder daß das Schwingungsmaß nur von der Winkelgeschwindigkeit der Knickwinkeländerung abhängig gemacht wird.

### **Ziel der Erfindung**

Zielsetzung unserer Erfindung ist, eine Vorrichtung zur Knickwindeldämpfung zu schaffen, welche durch die Dämpfungswirkung die Schwingung des Sekundärwagens in Seitenrichtung verhindert und die Dämpfung des Schwingungsvorganges innerhalb der möglichst kürzesten Zeit am besten wirksam befördert, und zwar dadurch, daß die erfindungsgemäße Vorrichtung den Knickwinkel und dessen Größen- und Richtungsabweichung vom, dem Lenkeinschlagwinkel zugeordneten Knickwinkel in Betracht nimmt und seine veränderbare hydraulische Drossel, welche ein zu der Knickwinkelgeschwindigkeit proportionales Schwingungsmoment gegenüber der Knickänderung ausübt, dementsprechend betätigt. Die Schwingungsdämpfung erfordert eine stärkere Dämpfungsdrossel, dagegen erfordert die neben dem schlupffreien Abrollen der Fahrzeugräder erfolgende Knickbewegung eine kleinere Drossel. Die Schaffung der, entgegengesetzte Anforderungen erfüllenden Lösung wurde durch diejenige Erkennung befördert, daß die Winkelgeschwindigkeit der optimalen Knickbewegung zu der Abweichung zwischen dem Knickwinkel und dem, dem momentanen Lenkeinschlagwinkel zugeordneten Knickwinkel proportional ist. Die Winkelgeschwindigkeit der optimalen Knickbewegung ist proportional zu der Fahrtgeschwindigkeit des Gelenkfahrzeuges. Da es nicht erwünscht ist, die optimale Knickbewegung zu verhindern, soll das Drosselmaß zu dem Unterschied zwischen dem Knickwinkel und dem, dem momentanen Lenkeinschlagwinkel zugeordneten Knickwinkel in umgekehrter Proportion stehen. Darüber hinaus ist es zweckmäßig, das Drosselmaß in zu der Fahrtgeschwindigkeit des Gelenkfahrzeuges umgekehrter Proportion zu beeinflussen.

### **Darlegung des Wesens der Erfindung**

Die Zielsetzung wurde erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß die in der HU 182.445 /US-PS 4.344.640, DE-PS 3.031.601/ beschriebene hydraulische Vorrichtung zum Beeinflussen des Knickwinkels mit einer derartigen elektronischen Vorrichtung zur Knickwinkelführung und -auswertung versehen ist, welche die Abweichung des tatsächlichen Knickwinkels vom, dem Lenkeinschlagwinkel zugeordneten Knickwinkel feststellt und ein dementsprechendes Ausgangssignal erzeugt, welches durch eine elektronische Drosselsteuereinheit verarbeitet wird und die im mit den Verriegelungsarbeitszylindern gemeinsamen hydraulischen Kreis angeordnete veränderbare und/oder ausschaltbare Drossel in der Funktion des Maßes der Abweichung betätigt. In einem einfacheren Ausführungsbeispiel ist die Drosselsteuerung derart gelöst, daß die Kurve des dem Lenkeinschlagwinkel zugeordneten Knickwinkels von einem Drosselstreifen umgenommen ist, innerhalb dessen die, die Drosselung erhöhende Einheit in Aktion tritt, und im Falle von Knickwinkeln außerhalb dieses Streifens die Drosseleinrichtung auf minimale Drossel eingestellt ist, und zwar, damit der Sekundärwagen die ordnungsgemäße Knickwinkelstellung mit der Bewältigung je kleineren Widerstandes annähern kann, vor dessen Erreichung die Drosseleinrichtung innerhalb des erwähnten Drosselstreifens eine erhöhte Drossel ausübend einen Bremswiderstand gegenüber der Bewegung des Sekundärwagens ausübt.

Unsere Erfindung ist also eine Vorrichtung zum Beeinflussen des Knickwinkels, welche über eine, die Abweichung des tatsächlichen Knickwinkels in positiver oder negativer Richtung vom, dem Lenkeinschlagwinkel zugeordneten Knickwinkel feststellende Einheit verfügt, wobei das positive oder negative Abweichungssignal zugleich das Eingangssignal der Sperrsteuereinheit der mit, die hydraulische Strömungsrichtung wahrnehmenden hydraulischen Schleife verbundenen Arbeitsvorrichtung mit zwei Arbeitsräumen bildet, wobei die Winkellagenauswerteinheit elektronisch ausgebildet ist, und über ein für das Maß der Abweichung des tatsächlichen Knickwinkels vom, dem Lenkeinschlagwinkel zugeordneten Knickwinkel charakteristisches Ausgangssignal verfügt, welches zugleich das Eingangssignal der Steuereinheit der Dämpfungseinheit veränderlichen Widerstandes bildet, wobei die Dämpfungseinheit über eine Drosselung von in der hydraulischen Schleife veränderbarem Widerstand verfügt und einen fortlaufend und/oder stufenweise veränderbaren Drosselwiderstand in mit dem Maß der Abweichung des tatsächlichen Knickwinkels vom bestimmungsgemäßen Knickwinkel umgekehrten Maß hat. Bei der zweckmäßigen Ausführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist der, die Kurve des dem Lenkeinschlagwinkel zugeordneten Knickwinkels umnehmende Drosselstreifen von veränderlicher Breite und ist in der Nähe der maximalen Knickwinkel im Vergleich zur Knickwinkelkurve asymmetrisch angeordnet.

Im Interesse einer sicherheitsvollen und einfachen Führung und Auswertung ist der Lenkeinschlagwinkelfühler und der Knickwinkelfühler mit, dem Gray-Code entsprechend ausgebildeten Scheiben und zu denen zugeordneten Abtastern ausgebildet, und die laufende Numerierung der zu den einzelnen Code-Signalen gehörenden Winkelabschnitte ist im ganzen Knick- bzw. Lenkeinschlagwinkelbereich fortlaufend und die Abschnitte gleicher laufender Nummer sind zueinander geordnet.

## Ausführungsbeispiele

Die erfindungsgemäße Vorrichtung wird anhand eines Ausführungsbeispiels mit den beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt

- Fig. 1: die schematische Anordnung der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Beeinflussen des Knickwinkels mit Drosseldämpfung in einem Gelenkknobibus mit den nötigen Bezugszeichen,  
Fig. 2: die Anordnung des hydraulischen Teiles,  
Fig. 3: den Knickwinkelfühler im Schnitt,  
Fig. 4: die Winkelfühler mit ihren Codefeldern,  
Fig. 5: die Gray-Code Drehscheibe des Winkelfühlers,  
Fig. 6: die Winkelfühler- und Winkelauswertereinheit des elektronischen Systems,  
Fig. 7: das Blockschema des elektronischen/elektrischen Betätigungsteiles des elektronischen Systems und des Ventilsystems der Hydraulik,

- Fig. 8: eine zweite Ausführungsform der elektrohydraulischen Drosseleinheit,  
Fig. 9: eine dritte Ausführungsform der elektrohydraulischen Drosseleinheit,  
Fig. 10: eine vierte Ausführungsform der elektrohydraulischen Drosseleinheit,  
Fig. 11: die Grenzen der im Lenkeinschlagwinkel- und Knickwinkelfeld möglichen Betriebszuständen,  
Fig. 12: eine weitere Ausführungsform der elektrohydraulischen Drosseleinheit und des hydraulischen Ventilsystems. Ein Gelenkknobibus 1 besteht aus zwei Fahrzeugeinheiten, nämlich einem Primärwagen 2 und einem Sekundärwagen 3, die über ein Gelenk 4 miteinander verbunden sind. Ein Knickwinkel ist mit  $\beta$  bezeichnet. Durch ein Lenkgetriebe 9 verdrehbare Vorderräder 6 einer Vorderachse 5 des Primärwagens 2 sind gelenkte Räder. Weitere Achsen 7 und 8 sind keine gelenkte Achsen. Eine an dem Lenkgetriebe 9 angeschlossene Lenkwinkelfühlereinheit 10 ist mittels einer Signalübertragungsleitung 11 und eine Knickwinkelfühlereinheit 15 mittels einer Signalübertragungsleitung 14 an einer elektronischen Winkellagenauswertereinheit 13 einer Steuereinheit 12 der erfindungsgemäßen Vorrichtung angeschlossen. Den anderen Teil der Steuereinheit 12 bildet eine, eine Verriegelungsvorrichtung betätigende Einheit 16. Eine dritte Fühlereinheit der Steuereinheit 12 ist durch eine Knickwinkeländerungsrichtung-Fühlereinheit 18 gebildet, die mittels einer Signalübertragungsleitung 17 an die Verriegelungsbetätigungseinheit 16 angeschlossen ist; an diese Einheit 16 ist über Leitungen 19 und 20 auch ein hydraulischer Arbeitszylinder 21 der Knickverriegelungsvorrichtung angeschlossen, der die den Knickwinkel beeinflussende Kraft bzw. das dazu dienende Moment erzeugt und mit zwei Arbeitsräumen ausgeführt ist, und dessen Zylinder 22 an den Primärwagen 2 und dessen Kolben 23 an den Sekundärwagen 3 vom Gelenk 4 angelenkt sind.

Fig. 1 zeigt den Gelenkknobibus 1 in Draufsicht und gesehen in dieser Draufsicht wird als positiv die Knickrichtung betrachtet, wenn der Sekundärwagen 3 um das Gelenk 4 in der dem Uhrzeigersinn entsprechenden Richtung ausschwenkt. Die dieser entgegengesetzte Knickrichtung hingegen ist die negative Knickrichtung. Bei einem in positiver Richtung erfolgenden Einknicken bewegen sich demgemäß der Zylinder 22 und der Kolben 23 des doppelwirkenden hydraulischen Arbeitszylinders 21 im Vergleich zueinander in Richtung des Zusammendrückens, bei einem in negativer Richtung erfolgenden Einknicken hingegen in Richtung des Auseinanderziehens.

In der in Fig. 1 dargestellten Lage ist unter Voraussetzung der Fortbewegung des Gelenkknobibusses 1 auf einer Kreisbahn und des schlupffreien Abrollens der Räder dem Radeinschlagwinkel  $\alpha$  ein bestimmter Knickwinkel  $\beta_p$  zugeordnet. Der tatsächliche Einknickwinkel  $\beta$  ist größer als der dem Winkel  $\alpha$  zugeordnete Knickwinkel  $\beta_p$ ; in der Draufsicht befindet sich der Knickwinkel  $\beta$  im Vergleich zum Knickwinkel  $\beta_p$  in Richtung des Uhrzeigersinnes im Verzug. Dieser Winkellage ist das positive Ausgangssignal der Winkellagenauswertereinheit 13 zugeordnet.

Eilt hingegen der Knickwinkel  $\beta$  im Vergleich zum Knickwinkel  $\beta_p$  gesehen in Richtung des Uhrzeigersinnes vor, so ist dieser Winkellage das negative Ausgangssignal der Winkellagenauswertereinheit 13 zugeordnet. Die Winkellage des Primärwagens 2 und des Sekundärwagens 3 des Gelenkknobibusses 1 ist innerhalb eines Winkelbereiches  $\Delta\beta$  als zueinander geordnet betrachtet.

Fig. 2 zeigt den doppelwirkenden hydraulischen Arbeitszylinder gemeinsam mit der die Verriegelung betätigenden Einheit 16. Ein erster Arbeitsraum 25 des hydraulischen Arbeitszylinders 21 ist über die Leitung 19 an einen ersten Anschluß 29 eines Dreistellungs-Vierwegeventils 26 angeschlossen und an dessen zweiten Anschluß 30 ist ein zweiter Arbeitsraum 24 des Arbeitszylinders 21 über die Leitung 20 angeschlossen. Ein dritter Anschluß 32 und ein vierter Anschluß 31 des Vierwegeventils 26 sind über eine hydraulische Schleife 33 miteinander verbunden, in der ein die Strömung von dem dritten Anschluß 32 in Richtung zum vierten Anschluß 31 sperrendes, in einer Leitung 35 eingebautes Rückschlagventil 36 vorgesehen ist, zu dem parallel ein Druckbegrenzerventil 34 eingebaut ist. An die hydraulische Schleife 33 ist ein Hydraulikbehälter 37 angeschlossen. Ein Schieber 27 des Dreistellungs-Vierwegeventils 26 ist mittels Elektromagneten 28 betätigbar, die an die Winkellagenauswertereinheit 13 angeschlossen sind. In der mittleren Ruhestellung des Dreistellungs-Vierwegeventils 26 sind mindestens der erste Anschluß 29, der zweite Anschluß 30 und der vierte Anschluß 31 gegeneinander offen. In der negativen Steuerstellung — wenn der Elektromagnet 28 über den zweiten Eingang 127 Strom erhält — sind der erste Anschluß 29 und der vierte Anschluß 31 einerseits, sowie der zweite Anschluß 30 und der dritte Anschluß 32 andererseits gegeneinander offen. In der positiven Steuerstellung — wenn der Elektromagnet 27 über den ersten Eingang 126 Strom erhält — sind der erste Anschluß 29 und der dritte Anschluß 32, sowie der zweite Anschluß 30 und der vierte Anschluß 31 gegeneinander offen. Bei dieser Ausführungsform bilden der doppelwirkende hydraulische Arbeitszylinder 21 und die die Verriegelung betätigende Einheit 16 zugleich auch die Knickwinkeländerungsrichtungsfühlereinheit 18. Durch die geöffnete Stellung des Rückschlagventils 36 ist in der positiven Steuerstellung des Vierwegeventils 26 ein Ausgang mit positivem Vorzeichen, und in der negativen Steuerstellung des Vierwegeventils 26 ein Ausgang mit negativem Vorzeichen gebildet. Durch die geschlossene Stellung des Rückschlagventils 36 hingegen ist in der positiven Stellung des Vierwegeventils 26 ein Ausgang mit negativem Vorzeichen, und in der negativen Stellung des Vierwegeventils 26 ein Ausgang mit positivem Vorzeichen gebildet.

Fig. 2 zeigt auch den Einbau der Knickwinkelfühlereinheit 16. An einer Konsole 38 des Sekundärwagens 3 ist ein das feststehende Bauteil des Knickwinkelfühlers 15 bildende Rahmen 39 befestigt, in dem an einer drehbar gelagerten Welle 40 eine Codescheibe 41 befestigt ist, die das bewegliche Bauteil bildet, das über einen Hebelarm 42 und eine Schubstange 43 an den Primärwagen 2 angelenkt ist. Den Schnitt der Knickwinkelfühlereinheit 15 zeigt Fig. 3. Das bewegliche und das feststehende Bauteil des Lenkwinkelfühlers 10 haben jedoch die gleiche Ausbildung wie die des Knickwinkelfühlers. Im Rahmen 39 ist die an der Welle 40 befestigte Codescheibe 41 verdrehbar gelagert.

Am Rahmen 39 sind in einer Reihe, die radial zur Drehachse 40 der Drehscheibe 41 verläuft, auf die eine Seitenfläche 44 der Codescheibe 41 ausgerichtete Lichtquellen 46 befestigt, denen auf die andere Seitenfläche 45 ausgerichtete Fotozellen 47 gegenüberstehen, die ebenfalls am Rahmen 39 festgelegt sind und die sich auf die Winkellage beziehenden Codesignale ablesen. Außerdem ist an dem Rahmen 39 in der gleichen radialen Reihe wie die Lichtquellen 46 eine zusätzliche, auf die eine Seitenfläche 34 der Codescheibe 41 ausgerichtete Lichtquelle 48 zum Ablesen des Kontrollcodefeldes befestigt und dieser gegenüberstehend ist eine auf die andere Seitenfläche 45 ausgerichtete zugehörige Fotozelle 49 befestigt. Die Knickwinkelfühlereinheit 15 ist von einem geschlossenen Gehäuse 50 umgeben.

Die Codescheibe 41 der Knickwinkelfühlereinheit 15 sowie eine sich um einen Bolzen 62 verdrehende Codescheibe 63 der Lenkwinkelfühlereinheit 10 sind der Zuordnung entsprechend skizziert in Fig. 4 in Draufsicht dargestellt. In einem Codefeld 51 der Codescheibe 41 sind entlang sechs konzentrischer Kreisbögen Öffnungsreihen 52–57 vorgesehen, die in dem hasardfreien Graycode ausgebildet sind.

Durch die Kombination der Öffnungsreihen 52–57 ist der gesamte Knickwinkelbereich in  $n = 64$  Winkelabschnitte 60 aufgeteilt. In ähnlicher Weise sind in einem Codefeld 65 der Codescheibe 63 entlang sechs konzentrischer Kreisbögen Öffnungsreihen 66–71 angeordnet, die ebenfalls in dem hasardfreien Gray-Code ausgebildet sind. Durch die Kombination der Öffnungsreihen 66–71 wird der gesamte Radeinschlagwinkelbereich in  $n = 64$  Winkelabschnitte 61 aufgeteilt. Demgemäß sind dem Radeinschlagwinkelabschnitt 61 unter Voraussetzung einer entlang eines Kreisbogens mit konstantem Radius erfolgenden Bewegung des Gelenkzuges 1 und eines schlupffreien Abrollens seiner Räder der Knickwinkelabschnitt 60, sowie einem jeden einzelnen Winkelabschnitt eine für dessen Ordnungszahl in der Folge der Winkelabschnitte charakteristische Codekombination zugeordnet.

Eine Ausnahme bilden die Winkel  $\beta_0$  bzw.  $\beta_n$  enthaltenden Winkelabschnitte 64, denen als Randabschnitten jeweils die Auflösung der Verriegelung zugeordnet ist. Der Radeinschlagwinkelabschnitt 61 ist mit  $i$  bezeichnet, der ihm zugeordnete Knickwinkelabschnitt 60 hingegen mit  $j$ . Die laufende Numerierung d. i. die Ordnungszahlen beginnen mit  $i = 0, j = 0$ , im vorliegenden Beispiel ist  $i = j$ . Der Winkelabschnitt 61 wird durch den Radeinschlagwinkelwert  $\alpha = \alpha_i$  sowie durch den Winkelwert  $\alpha = \alpha_{i+1}$  begrenzt. Der Knickwinkelabschnitt 60 wird durch den dem Winkel  $\alpha_i$  zugeordneten Winkel  $\beta = \beta_i$  sowie durch den dem Winkel  $\alpha_{i+1}$  zugeordneten Winkel  $\beta = \beta_{i+1}$  begrenzt. Auf der Codescheibe 41 ist das als Lochreihe 58 ausgebildete Kontrollcodefeld 59 angeordnet, auf der Codescheibe 63 das als Lochreihe 72 ausgebildete Kontrollcodefeld 73 vorgesehen. Fig. 5 zeigt die Codescheibe 63 bzw. die Ausbildung ihres Codefeldes 65. Entlang der Öffnungsreihen 66–71 sind die Öffnungen mit durch den Gray-Code bestimmten Bogenlängen ausgebildet. In einer Öffnungsreihe 72 eines Kontrollcodefeldes 73 ist in jedem eine ungerade Ordnungszahl aufweisenden Winkelabschnitt 61 ein einziger Signalabschnitt 75 auf die Weise ausgebildet, daß keines der beiden Enden des Signalabschnittes 75, der jeweils als Steg zwischen zwei in den beiden benachbarten Winkelabschnitten ausgebildeten Signalöffnungen 74 ausgebildet ist, die Grenze  $\alpha_i$  bzw.  $\alpha_{i+1}$  des jeweiligen benachbarten Winkelabschnittes erreicht. Im Falle der Abtastung eines Winkelabschnittes mit ungerader Ordnungszahl liegt als Folge der Eigenart des Gray-Codes stets eine ungerade Ordnungszahl aufweisende durchleuchtete Öffnungsreihe /66–71/ im Codefeld 65. Der Signalabschnitt 75 des Kontrollcodefeldes 73 ist nicht durchscheinend. Bei einem so ausgebildeten Codefeld 65 und Kontrollcodefeld 73 erscheint auch bei vollständigem Betriebsausfall des Lenkwinkelfühlers 10 ein Fehlersignal, da die Steuereinheit 12 in diesem Falle ein vom Signalabschnitt 76 ausgehendes Signal empfängt, wobei gleichzeitig von keiner Öffnungsreihe /66–71/ des Codefeldes 65 ein Signal eintrifft, d. h. die Parität paarig ist, was durch die Steuereinheit 12 als fehlerhaft ausgewertet wird. Die Enden des Signalabschnittes 75 erreichen bei der Öffnung 74 deshalb die Grenzen  $\alpha_i$  bzw.  $\alpha_{i+1}$  der beiden benachbarten, eine gerade Ordnungszahlen aufweisenden Winkelabschnitte nicht, da so nach Überschreiten der Winkelgrenze, das heißt mit dem sicheren Eintreten der Codeänderung, die Codekontrolle erfolgt.

Die Lenkwinkelfühlereinheit 10 ist so ausgebildet, daß ein Anpassungsstromkreis 93 /Fig. 6/ und eine Linientreibereinheit 94 deren Teile bilden, wobei ein erster Ausgang 95 der Treibereinheit 94 der Informationsausgang, und ein zweiter Ausgang 95 der Treibereinheit 94 der Kontrollsignalausgang sind. Der erste Ausgang 95 der Treibereinheit 94 ist über die Informationsübertragungsleitung 97 mit einem ersten Eingang 99 einer Linienempfangereinheit 101 verbunden und der zweite Ausgang 96 ist über eine Informationsübertragungsleitung 98 mit einem zweiten Eingang 100 der Linienempfangereinheit 101 verbunden. Die Linienempfangereinheit 101 gibt die über ihren ersten Eingang 99 im Gray-Code empfangenen Signale nach Anpassung über ihren ersten Ausgang 102 zur weiteren Verarbeitung weiter und gibt über ihren zweiten Ausgang 103 die Kontrollcodesignale weiter. Der erste Ausgang 102 ist über eine Informationsübertragungsleitung 104 an einen ersten Eingang 107 der Steuereinheit 12 angeschlossen und der zweite Ausgang 103 ist über eine Informationsübertragungsleitung 105 an einen fünften Eingang 106 der Steuereinheit 12 angeschlossen.

Die Lenkwinkelfühlereinheit 10 ist in einem geschlossenen Gehäuse 92 angeordnet, an dem der erste Ausgangsanschluß 95 und der zweite Ausgangsanschluß 96 ausgebildet sind.

Die Knickwinkelfühlereinheit 15 ist so ausgebildet, daß ein Anpassungsstromkreis 76 und eine Linientreibereinheit 77 ihre Teile bilden, wobei ein erster Ausgang 79 der Treibereinheit 77 der Informationssignalausgang, und ein zweiter Ausgang 78 der Kontrollsignalausgang sind. Der erste Ausgang 79 ist über eine Informationsübertragungsleitung 81 mit einem ersten Eingang 83 einer Linienempfangereinheit 84 verbunden und der zweite Ausgang 78 ist über eine Informationsübertragungsleitung 80 mit einem zweiten Eingang 82 der Linienempfangereinheit 84 verbunden. Die Linienempfangereinheit 84 gibt die über den ersten Eingang 83 im Gray-Code empfangenen Signale nach Anpassung über ihren ersten Ausgang 86 zur Weiterverarbeitung weiter und gibt auf ähnliche Weise über ihren zweiten Ausgang 85 die Kontrollcodesignale weiter. Der erste Ausgang 86 ist über eine Informationsübertragungsleitung 88 an einen zweiten Eingang 90 der Steuereinheit 12 angeschlossen und der zweite Ausgang 85 ist über eine Informationsübertragungsleitung 87 an einen vierten Eingang 89 der Steuereinheit 12 angeschlossen.

Die Knickwinkelfühlereinheit 15 ist in einem geschlossenen Gehäuse 50 angeordnet, an dem ein erster Ausgangsanschluß 79 und ein zweiter Ausgangsanschluß 78 ausgebildet sind. Ein dritter Eingang 128 der Steuereinheit 12 ist der für die Einknickrichtung charakteristischen Signale empfangende Eingang, der als ein Rohrleitungsanschluß ausgebildet ist, da der doppeltwirkende hydraulische Arbeitszylinder 22 einen Teil des Einknickrichtungsfühlers bildet und die an dessen Arbeitsraum 28 angeschlossene Rohrleitung 20 bzw. die an dessen Arbeitsraum 25 angeschlossene Rohrleitung 19 mit dem dritten Eingang 128 verbunden sind. Die Steuereinheit 12 enthält einen Festprogrammspeicher 108, dessen vier Dateneingänge mit dem ersten Eingang 90, dem zweiten Eingang 107, dem vierten Eingang 89 bzw. fünften Eingang 106 der Steuereinheit 12 identisch sind. An den Ausgängen des Festprogrammspeichers 108 sind die Eingänge weiterer Bauelemente der Steuereinheit 12 angeschlossen. Der Festprogrammspeicher 108 bildet die Winkellagenauswertereinheit. An ihrem ersten Ausgang 109 erscheint ein Ausgangssignal, wenn die Abweichung der Winkel  $\beta$  und  $\beta_p$  voneinander ein negatives Vorzeichen aufweist, ihr zweiter Ausgang 110 ist dem Zustand der Übereinstimmung dieser Winkel zugeordnet und ihr dritter Ausgang 111 ist einer Abweichung der Winkel mit positivem Vorzeichen zugeordnet.

Der Festprogrammspeicher 108 hat den ersten Eingang 107, den zweiten Eingang 90, den vierten Eingang 89 und den fünften Eingang 106 insgesamt vierzehn, für den Empfang von Bit-Informationen geeignete Adreßleitungen. Zu allen möglichen Signalkombinationen ist die durch das Programm bestimmte Ausgangssignalkombination in der Form von Bit-Information am ersten Ausgang 109, am zweiten Ausgang 110, am dritten Ausgang 111 und am vierten Ausgang 112 zugeordnet. Wenn am ersten Ausgang 109 ein durch die sechs Adreßleitungen bestehender erster Eingang 107 und am zweiten Eingang 90 die durch die Gray-Code-Signalinformation getragene Ordnungszahl kleiner ist als die durch das am zweiten Eingang 90 befindliche Signal getragene Ordnungszahl, ist zu diesem ein positiv betrachtetes Ausgangssignal am dritten Ausgang 111 zugeordnet. Wenn die durch das am ersten Eingang 107 befindliche Signal getragene Ordnungszahl größer ist als die durch das am zweiten Eingang 90 befindliche Signal getragene Ordnungszahl, ist zu diesem ein negativ betrachtetes Ausgangssignal am ersten Ausgang 109 zugeordnet.

Sinngemäß kann ein Ausgangssignal ausschließlich nur an dem einen der ersten, zweiten und dritten Ausgängen 109, 110, 111 gleichzeitig auftreten. Am vierten Ausgang 112 ist ein Fehlersignal zur Eingangs-Codesignalkombination zugeordnet, wenn die Parität des am ersten Eingang 107 befindlichen Signals paarig ist und gleichzeitig am fünften Eingang 106 ein Kontrollsignal ist, dessen Bit-Wert Zero ist. Ähnlicherweise und unabhängig voneinander ist ein Fehlersignal zur Eingangs-Code-Signalkombination am vierten Ausgang 112 zugeordnet, wenn die Parität des am zweiten Eingang 90 befindlichen Signals paarig ist und gleichzeitig am vierten Eingang 89 ein Kontrollsignal ist, dessen Bit-Wert Zero ist.

Der fünfte Ausgang 140 gibt ein für die festgestellte Abweichung des tatsächlichen Knickwinkels  $\beta$  vom, dem Radeinschlagwinkel  $\alpha$  zugeordneten Knickwinkel  $\beta_p$  charakteristisches Ausgangssignal, welches zu dem Maß der Abweichung proportional ist.

Fig. 7 zeigt ausführlich die Ausbildung der an den Ausgängen 109, 110, 111 und 140 angeschlossenen elektronischen/elektrischen Einheiten, weiterhin der hydraulischen Schleife 33 und der hydraulischen Drosselereinheit 157. Die Zeichnung enthält den Aufbau der vollständigen Steuereinheit 12, die Verbindung der einzelnen Einheiten, so die Verbindung der Winkellagenauswertereinheit 13 und der Kontrolleinheit 91 und der Drosselsteuereinheit 91 a, der durch die vorerwähnte betätigten Verriegelungsbetätigungseinheit 16 und der durch die letzterwähnte betätigten Drosselereinheit 157.

An dem ersten Ausgang 109 des Festprogrammspeichers 108 der Winkellagenauswertereinheit 13 ist mit seinem Eingang 113 ein Leistungsverstärker 115, und an dem dritten Ausgang 111 des erwähnten Festprogrammspeichers 108 mit seinem Eingang 114 ein Leistungsverstärker 116 angeschlossen, deren Ausgänge 117 bzw. 118 an den ersten Eingang 126 bzw. den zweiten Eingang 127 der Verriegelungsbetätigungseinheit 16 angeschlossen sind. Der dritte Eingang der Verriegelungsbetätigungseinheit 16 ist mit dem dritten Eingang 128 der Steuereinheit 12 identisch. Eine den Betrieb der Leistungsverstärker 115 und 116 kontrollierende Stromkreiseinheit ist eingebaut. An dem ersten Eingang 119 des Kontrollstromkreises 122 ist der Ausgang 109, an dem zweiten Eingang 120 desselben ist der zweite Ausgang 110, an dem dritten Eingang 121 desselben ist der dritte Ausgang 111, an dem vierten Eingang 124 desselben ist der Ausgang 118 und an dem fünften Eingang 123 desselben ist der Ausgang 117 angeschlossen. Der fünfte Ausgang 140 des Festprogrammspeichers 108 ist an dem sechsten Eingang 144 des Kontrollstromkreises 122 angeschlossen. An dem fünften Ausgang 140 ist der Eingang 141 des Drosselsteuerstromkreises 142 der Drosselsteuereinheit 91 a angeschlossen, und der Ausgang 143 desselben ist an dem siebten Eingang 145 des Kontrollstromkreises 122 angeschlossen. Der Kontrollstromkreis 122 kontrolliert, daß das am ersten Eingang 119 erscheinende Signal nur derart bei fehlerlosem Betrieb auf das am dritten Eingang 121 erscheinende Signal umschalten kann, wenn inzwischen auch am zweiten Eingang 120 ein Signal erscheint. Andernfalls erscheint am Ausgang 125 ein Fehlersignal. Der Kontrollstromkreis 122 kontrolliert, ob das zum am ersten Ausgang 109 befindlichen Signal zugeordnete Signal am Ausgang 117 erscheint, bzw. das zum am dritten Ausgang 111 befindlichen Signal zugeordnete Signal am Ausgang 118 erscheint. Andernfalls erscheint am Ausgang 125 ein Fehlersignal. Neben dem Kontrollstromkreis 122 kontrolliert auch selbst der Festprogrammspeicher 108 die Bildung, Verarbeitung der Winkelsignale aufgrund des darin befindlichen Programmes; zum wahrgenommenen Fehler ist am vierten Ausgang des Fehlersignalgebers ein Fehlersignal zugeordnet. Der vierte Ausgang 112 ist mit der ersten Fehlersignalausführung 130 der Steuereinheit 12 an dem ersten Eingang 132 des Schaltstromkreises 133, der Ausgang 125 mit der zweiten Fehlersignalausführung 129 der Steuereinheit 12 an dem Schaltstromkreis 133, an dem ersten Ausgang 135 mit Eingang 137 ein Signalgeber 136, an dem zweiten Ausgang 134 mit Eingang 138 ein Hauptschalter 139 angeschlossen.

Dem am ersten Eingang 132 oder am zweiten Eingang 131 oder an beiden Eingängen des Schaltstromkreises 133 erscheinenden Fehlersignal ist so am ersten Ausgang 133, als auch am zweiten Ausgang 134 ein Betätigungssignal für den Signalgeber 136 und den Hauptschalter 137 zugeordnet, welcher in die Stromversorgungsleitung der Vorrichtung eingebaut ist, und bei am zweiten Ausgang 134 erscheinenden Betätigungssignal die Stromversorgung unterbricht.

Der Kontrollstromkreis 122 kontrolliert auch den Betrieb des Drosselsteuerstromkreises 142 dadurch, daß dieser an dem fünften Ausgang 140 mit seinem sechsten Eingang 144 angeschlossen ist, und dem Drosselsteuerstromkreis 142 ähnlich das zum Ausgang 143 gehörende Drosselsteuersignal bestimmt, und dieses, durch seinen siebten Eingang 145 einkommende Signal mit dem seinerseits bestimmten Signal vergleicht. Wenn die zwei Signale nicht übereinstimmen, erscheint ein Fehlersignal am Ausgang 125 des Kontrollstromkreises 122, welches wie oben beschrieben den Schaltstromkreis 133 betätigt.

Im Falle eines Einbit-Ausgangssignals des fünften Ausganges 140, wie es zur doppeltwirkenden Drosselregelung laut Fig. 11 und zur Konstruktionsausführung laut Fig. 7 gehört, ist der Drosselsteuerstromkreis 142 als Leistungsverstärker ausgebildet.

Die Drossleinheit 157 der Verriegelungsbetätigungseinheit 16 ist mit ihrem Eingang 146 an dem Ausgang 143 des Drosselsteuerstromkreises 142 der Drosselsteuereinheit 91 a angeschlossen. Die Verriegelungsbetätigungseinheit 16 schließt sich mit ihrem ersten Eingang 126 an dem Ausgang 117 des Leistungsverstärkers 115, mit ihrem zweiten Eingang 127 an dem Ausgang 118 des Leistungsverstärkers 116 an; ihr dritter Eingang — welcher durch die Hydraulikleitungen 19 und 20 gebildet ist — ist an dem ersten Arbeitsraum 25 und an dem zweiten Arbeitsraum 24 des doppelwirkenden hydraulischen Arbeitszylinders 21 angeschlossen.

Bei Fig. 2 wurde der Aufbau der hydraulischen Schleife 33 beschrieben, wobei die Drossleinheit 157 mit ihrem eine Eingangs-Hydraulikleitung bildenden Hydraulikeingang 159 und ihrem eine Ausgangs-Hydraulikleitung bildenden Hydraulikausgang 158 in die Strecke zwischen dem vierten Anschluß 31 des Dreistellungs-Vierwegeventils 26 und dem Behälter 37 eingefügt ist. In die den Hydraulikeingang 159 und den Hydraulikausgang 158 verbindende Leitung 160 ist ein elektrohydraulisches Absperrventil 147 eingebaut, dessen symbolisch dargestellter Schieber 151 durch die Feder 148 in Sperrstellung und durch den eingeschalteten Elektromagnet 150 in flüssigkeitsdurchlässige geöffnete Stellung gezwungen wird. Die Ausführung 149 des Elektromagnets 150 ist an dem vierten Eingang 146 der Verriegelungsbetätigungseinheit 16 angeschlossen. Parallel zu dem elektrohydraulischen Absperrventil 147 ist durch die Hydraulikleitung 152 eine Drossel 153 ständigen Querschnitts eingeschlossen. An der Hydraulikleitung 152 ist durch die Hydraulikleitung 154 ein Druckbegrenzventil 155 parallel zu der Drossel 153 angeschlossen.

Die Vorrichtung zum Beeinflussen des Knickwinkels arbeitet auf folgende Weise:

Die gegenüber den die Öffnungsreihen 66-71 im Codefeld 65 der Codescheibe 63 der Lenkwinkelfühlereinheit 10 durchleuchtenden Lichtquellen 46 angeordneten sechs Fotozellenelemente 47 geben ein der Öffnungskombination entsprechendes Codesignal ab, das über den Anpassungsstromkreis 93 von der Linientreibereinheit 94 übernommen wird. Die gegenüber der die Öffnungsreihe 72 im Kontrollcodefeld 73 der Codescheibe 63 durchleuchtenden Lichtquelle 48 angeordnete Fotozelle 49 gibt ein Kontrollsignal ab, das über den Anpassungsstromkreis 93 von der Linientreibereinheit 94 übernommen wird. Zu der in der unmittelbaren Nähe der Steuereinheit 12 befindlichen Linienempfangereinheit 101 werden die im Gray-Code erscheinenden, für die Ordnungszahl des durchleuchteten Winkelabschnittes charakteristischen Signale vom Lenkgetriebe 9 über die Lenkwinkelfühlereinheit 10 und die Informationsübertragungsleitung 97 weitergeleitet. Die Linienempfangereinheit 101 übergibt die dem Gray-Code entsprechenden Signale durch kurze Informationsübertragungsleitungen 104 bzw. 105 auf den ersten Eingang 107 der Steuereinheit 12, und das Kontrollsignal auf den fünften Eingang 106 derselben.

Dem vorstehenden ähnlich liefern die sechs gegenüber den die Öffnungsreihen 52-57 im Kontrollcodefeld 51 der Codescheibe 41 des Knickwinkelfühlers 15 durchleuchtenden Lichtquellen angeordneten Fotozellen 47 ein der Öffnungskombination entsprechendes Codesignal, das über den Anpassungsstromkreis 76 von der Linientreibereinheit 77 übernommen wird. Die gegenüber der die Öffnungsreihe 58 im Kontrollcodefeld 59 der Codescheibe 41 durchleuchtenden Lichtquelle 48 angeordnete Fotozelle 49 gibt ein Kontrollsignal, das über den Anpassungsstromkreis 76 von der Linientreibereinheit 77 übernommen wird. Der Knickwinkelfühler 15 führt die für die Ordnungszahl des durchleuchteten Winkelabschnittes charakteristische Signal über die Informationsübertragungsleitungen 81 und 80 zu der Steuereinheit 12 bzw. zu der in deren unmittelbaren Nähe angeordneten Linienempfangereinheit 84. Die Linienempfangereinheit 84 übergibt die Gray-Code-Signale über kurze Informationsübertragungsleitungen 88 bzw. 87 auf den zweiten Eingang 90 der Steuereinheit 12, und das Kontrollsignal 89 auf den vierten Eingang 89.

Der erste Eingang 107, der zweite Eingang 90, der vierte Eingang 89 und der fünfte Eingang 105 sind zugleich die Adreßleitungen des Festprogrammspeichers 108, der die Winkellagenauswertereinheit bildet. Der Festprogrammspeicher 108 wertet die in der zweiten Eingangsadreßleitung 90 und in der ersten Eingangsadreßleitung 107 eingetroffenen Gray-Code-Signale aufgrund des darin festgelegten Programmes aus und kontrolliert die Codesignale gemeinsam mit den vierten bzw. fünften Eingangsadreßleitungen 89 bzw. 106.

Wenn die Vergleichung das Ergebnis gibt, daß zwischen den Ordnungszahlen keine Abweichung besteht, so erscheint ein Ausgangssignal am zweiten Ausgang 110. Die Verriegelungsbetätigungseinheit 16 tritt nicht in Aktion.

Ergibt das Ergebnis des Vergleiches, daß die Ordnungszahl des am zweiten Eingang 90 eingetroffenen, für die Ordnungszahl des abgetasteten Knickwinkelabschnittes  $\beta_i$  charakteristischen Signals kleiner ist, als die Ordnungszahl des am ersten Eingang 107 eingetroffenen, für die Ordnungszahl des abgetasteten Lenkwinkelabschnittes charakteristischen Signals, so erscheint ein Signal am ersten Ausgang 109 und bildet ein negatives Abweichungsvorzeichen.

Liefert der Vergleich das Ergebnis, daß die Ordnungszahl des am zweiten Eingang 90 eingetroffenen, für die Ordnungszahl des abgetasteten Knickwinkelabschnittes  $\beta_i$  charakteristischen Signals größer ist, als die Ordnungszahl des am ersten Eingang 107 eingetroffenen, für die Ordnungszahl des abgetasteten Lenkwinkelabschnittes charakteristischen Signals, so erscheint ein Signal am dritten Ausgang 111 und bildet ein positives Abweichungsvorzeichen. Der fünfte Ausgang 140 des Festprogrammspeichers 108 ist durch ein oder mehrere Datenbits gebildet. Der Bitwert des fünften Ausganges 140 ist für die Abweichung zwischen den Ordnungszahlen des Knickwinkelsignals des zweiten Einganges 90 und des Lenkwinkelsignals des ersten Einganges 107 charakteristisch. Einem größeren Abweichungswert gehört eine größere Bitwert-Differenz. Den bei verschiedenen Lenkwinkelwerten wahrgenommenen gleichen Knickwinkelabweichungswerten können Ausgangssignale verschiedener Bitwerte am fünften Ausgang 140 zugeordnet werden. Beim Einbit-Ausgangssignal, wie es zur doppelwirkenden Drosselregelung laut Fig. 11 und zur Konstruktionsausführung laut Fig. 7 gehört, ist der Drosselsteuerstromkreis 142 als Leistungsverstärker ausgebildet, welcher bei am Eingang 141 erscheinenden Eingangssignal jeweils das gleiche Ausgangssignal am Ausgang 143 liefert, welches durch den vierten Eingang 146 übernommen wird, wodurch der Elektromagnet 150 in Aktion tritt und das elektrohydraulische Absperrventil 147 in offene Stellung bewegt.

Wenn bei der doppelwirkenden Drossleinheit 157 laut Fig. 7 die Abweichung zwischen dem dem Lenkwinkel  $\alpha$  zugeordneten Knickwinkel  $\beta_p$  und dem tatsächlichen Knickwinkel  $\beta$  in keiner Richtung den von den Kurven  $c_1$  und  $c_2$  begrenzten Wert laut Fig. 11 überschreitet, also innerhalb des durch die Kurven begrenzten Streifens, aber außerhalb des durch die Kurven  $b_1$  und  $b_2$  begrenzten Streifens befindlich ist, wird am fünften Ausgang 140 ein niedriges logisches Niveau erscheinen, wodurch der Drosselsteuerstromkreis 142, in unserem Fall der Leistungsverstärker auf den Magnet 150 des elektromagnetischen Absperrventils 147 keinen Strom schaltet, so dieser die Feder 148 in geschlossener Lage gehalten wird. Inzwischen vergleicht der Kontrollstromkreis 122 das Signal niedrigen logischen Niveaus des fünften Ausganges 140 mit dem Zustand des Ausganges 143. Im Fall, wenn am dem Ausgang 143 geschalteten siebten Eingang 145 und am dem Eingang 145 geschalteten sechsten Eingang 144 gleiches Signal erscheint, gibt der Kontrollstromkreis 122 kein Fehlersignal am Fehlerausgang 125. Andernfalls

erscheint am Fehlerausgang 125 ein Fehlersignal. Wenn die Abweichung zwischen dem, dem Lenkwinkel zugeordneten Knickwinkel  $\beta_p$  und dem tatsächlichen Knickwinkel  $\beta$  den durch die  $c_1$  bzw.  $c_2$  begrenzten Wert überschreitet, so erscheint am fünften Ausgang 140 ein hohes logisches Niveau, wodurch der Drosselsteuerstromkreis 142, in unserem Fall der Leistungsverstärker auf den Magnet 150 des elektromagnetischen Absperrventils 147 Strom schaltet, so das elektrohydraulische Absperrventil 147 öffnet, welches die Hydraulikleitung 160 freigibt, und den Hydraulikeingang 159 der Drosseleinheit 157 mit dem Hydraulikeingang 158 verbindet.

Zu der Lage laut Fig. 1 ist ein positives Abweichungsvorzeichen am dritten Ausgang 111 des Festprogrammspeichers 108 zugeordnet, das vom Leistungsverstärker 116 am Eingang 114 und vom Kontrollstromkreis 122 am dritten Eingang 121 übernommen wird, weiterhin wird das am Ausgang 118 des Leistungsverstärkers 116 erscheinende Signal ebenfalls vom vierten Eingang 124 des Kontrollstromkreises 122 übernommen. Das am vierten Eingang 124 des Kontrollstromkreises 122 übernommene Großstrom-Durchführungssignal erscheint am Ausgang des den Strom und die Spannung beobachtenden elektronischen Stromkreises in einer Form, die zur Vergleichung mit dem am dritten Eingang 121 übernommenen Kleinstrom-Steuersignal im elektronischen Vergleichsstromkreis geeignet ist. Falls am dritten Eingang 121 und am vierten Eingang 124 gleichzeitig Signale vorhanden sind, gibt der Kontrollstromkreis 122 an seinem Ausgang 125 kein Fehlersignal. Wenn an beiden Eingängen die Signale gleichzeitig nicht identisch sind, erscheint am Ausgang 125 ein Fehlersignal, das den Signalgeber 136 durch den Schaltstromkreis 133 in Aktion bringt und den Hauptschalter 137 des Stromkreises auflöst. Im Falle fehlerloser Funktionierung übernimmt die Verriegelungsbetätigungseinheit 16 durch den zweiten Eingang 127 das Hochstrom-Durchführungssignal und zwingt das Dreistellungs-Vierwegeventil 26 mittels den Elektromagnet 28 in positive Stellung. In dieser Stellung wird das Zustandbringen der Verriegelung durch das Vorzeichen des am dritten Eingang 128 der Steuereinheit 12 eintreffenden Signals bestimmt. In unserem Ausführungsbeispiel ist der dritte Eingang 128 durch den ersten und zweiten Anschluß 29 und 30 des Vierwegeventils 26 gemeinsam gebildet. Es wird angenommen, daß sich der Sekundärwagen 3 in dem Uhrzeigersinn entgegengesetzter Richtung, d. h. in negativer Richtung um das Gelenk 4 verdreht, die Hydraulikflüssigkeit aus dem Arbeitsraum 25 des doppelwirkenden hydraulischen Arbeitszylinders 21 durch die Leitung 19 zum ersten Anschluß 29 strömt, von hier — da das Vierwegeventil 26 in positiv abgeleiteter Stellung ist — zum dritten Anschluß 32, und der Flüssigkeitsstrom selbst schließt das Rückschlagventil 36 in dieser Richtung, also die Vorrichtung verriegelt gegen die Einknickung in negativer Richtung. Dabei verriegelt die Vorrichtung gegen die Einknickung in positiver Richtung nicht, da bei positiver Knickrichtung die Hydraulikflüssigkeit aus dem ersten Arbeitsraum 24 durch die Leitung 20 zum zweiten Anschluß 30, von hier zum vierten Anschluß 31, und durch die hydraulische Schleife 33, durch deren Leitung 160, deren elektrohydraulisches Absperrventil 147 strömt, da der Flüssigkeitsstrom selbst das Rückschlagventil 36 in dieser Richtung öffnet. Selbstverständlich strömt auch durch die zu der Hydraulikleitung 160 parallel eingeschalteten Leitung 152, also durch die Drossel 153 Hydraulikflüssigkeit geringerer Menge, so erfolgt auch in diesem Fall die zu der Knickwinkelgeschwindigkeit proportionale Dämpfung in kleinem Ausmaß.

Wenn der Sekundärwagen 3 sich in negativer Richtung weiterdreht und der Wert der Abweichung zwischen dem, dem Radlenkwinkel  $\alpha$  zugeordneten Knickwinkel  $\beta_p$  und dem tatsächlichen Knickwinkel  $\beta$  den durch die Kurve  $c_1$  bestimmten Wert erreicht, wird der fünfte Ausgang 140 auf niedriges logisches Niveau umgeschaltet, und der Drosselsteuerstromkreis 142 schaltet mit dem Signal seines Ausganges 143 den Elektromagnet 150 aus, wodurch die Feder 148 das elektrohydraulische Absperrventil 147 schließen wird. Danach kann die Hydraulikflüssigkeit in der hydraulischen Schleife 33 ausschließlich durch die Leitung 152 und die darin angeordnete Drossel 153 strömen, so wird das durch den doppelwirkenden hydraulischen Arbeitszylinder 21 ausgeübte Dämpfungsmoment zu der Knickwinkelgeschwindigkeit proportional sein.

Die Vorrichtung übt gegen die Einknickung positiver Richtung keine Verriegelungswirkung aus, solange der Knickwinkel  $\beta$  nicht den zum den Radlenkwinkel  $\alpha$  enthaltenden Winkelabschnitt  $\alpha_1$  zugeordneten Winkelabschnitt  $\beta_1$  gleicher Ordnungszahl fällt. Da erlöscht das Signal am dritten Ausgang 111, dementsprechend auch am Eingang 114, am Ausgang 118 und am zweiten Eingang 127, und der Schieber 27 stellt sich in seiner Mittellage zurück. Zugleich erscheint ein Ausgangssignal am zweiten Ausgang 110 bzw. am zweiten Eingang 120. Wenn sich der Einknickvorgang mit der weiteren Einknickung des Sekundärwagens 3 in positiver Richtung fortsetzt, wird der tatsächliche Knickwinkel  $\beta$  aus dem, dem Winkelabschnitt  $\alpha_1$  zugeordneten Winkelabschnitt  $\beta_1$  gleicher Ordnungszahl in den Winkelabschnitt  $\beta_{-1}$  austreten und infolge der Abweichung zwischen den Ordnungszahlen erscheint ein Signal am ersten Ausgang 109 als negatives Abweichungsvorzeichen, das vom Leistungsverstärker 115 durch seinen Eingang 113 und vom Kontrollstromkreis 122 über seinen ersten Eingang 121 übernommen wird. Das am Ausgang 117 des Leistungsverstärkers 115 erscheinende Signal wird vom Kontrollstromkreis 122 über seinen vierten Eingang 123 und von der Verriegelungsbetätigungseinheit 16 über ihren ersten Eingang 126 übernommen. Falls der Kontrollstromkreis 122 in der Verriegelungsbetätigungseinheit 16 keinen Fehler wahrnimmt, wird das am ersten Eingang 126 übernommene Hochstrom-Durchführungssignal den Schieber 27 des Dreistellungs-Vierwegeventils 26 durch den Elektromagnet 28 in negative Stellung ablenken. In dieser Stellung des Schiebers 27 sind der erste Anschluß 29 und der vierte Anschluß 31, weiterhin der zweite Anschluß 30 und der dritte Anschluß 32 gegenüber offen.

Bei Einknickung in positiver Richtung strömt die Hydraulikflüssigkeit aus dem Arbeitsraum 24 des doppelwirkenden hydraulischen Arbeitszylinders 21 über die Leitung 20 zum zweiten Anschluß 30, von dort zum dritten Anschluß 32, und das in der hydraulischen Schleife 33 befindliche Rückschlagventil 36 schließt in dieser Strömungsrichtung. Die Vorrichtung übt gegen die entgegengesetzte Einknickung negativer Richtung keine Verriegelungswirkung aus, weil die Hydraulikflüssigkeit aus dem Arbeitsraum 25 über die Leitung 19 zum ersten Anschluß 29 und von dort zum vierten Anschluß 31, dann über die hydraulische Schleife 33, über deren Leitung 152, deren Drossel 153 strömt, da der Flüssigkeitsstrom selbst das Rückschlagventil 36 in dieser Richtung öffnet. Inzwischen hält das elektrohydraulische Absperrventil 147 die Leitung 160 geschlossen. Da die Hydraulikflüssigkeit durch die Drossel 153 strömt, ist das durch den doppelwirkenden hydraulischen Arbeitszylinder 21 ausgeübte Dämpfungsmoment zu der Knickwinkelgeschwindigkeit proportional.

Die zweite Ausführungsform der Drosseleinheit 157 der Vorrichtung laut in Fig. 1 bis 7 dargestellten Ausführungsbeispiel ist in Fig. 8 gezeigt. Zwischen dem Hydraulikeingang 158 und dem Hydraulikausgang 159 sind die in der Leitung 154a befindliche Drossel 154b ständigem Querschnitt, das in der Leitung 154 befindliche Druckbegrenzventil 155 und die Leitung 168 parallel eingefügt, wobei in der Leitung 168 die Drossel 169 ständigem Querschnitt und das elektrohydraulische Wegwechselventil 170 in Reihe geschaltet sind. Zwischen dem Hydraulikeingang 158 und dem Hydraulikausgang 159 sind weitere Leitungen 173 und 171 parallel eingeschaltet, in der Leitung 174 sind die Drossel 175 ständigem Querschnitt und das elektrohydraulische Absperrventil 176 in Reihe geschaltet und in der Leitung 171 sind die Drossel 173 ständigem Querschnitt und das elektrohydraulische Absperrventil 172 in Reihe geschaltet.

Die zweite Ausführungsform der Drossel­einheit 157 in Fig. 8 ist von stufenweise veränderbarem Widerstand, wobei es acht einstellbare Widerstandsstufen gibt, zu ihrer Betätigung ist der fünfte Ausgang 140 des Fest­programm­speichers 108 und der Ausgang 143 des Drossel­steuer­strom­kreises 142 von drei Bits.

Fig. 9 zeigt die dritte Ausführungsform der Drossel­einheit 157 der Vorrichtung laut des in Fig. 1 bis 7 dargestellten Ausführungs­beispiels. Zwischen dem Hydraulik­ein­gang 158 und dem Hydraulik­aus­gang 159 sind Leitung 164 und Leitung 154 parallel, letztere mit einem Druck­begren­zerventil 155 eingeschaltet. In der Leitung 164 sind zwei zweistellige Drossel­einheiten in Reihe geschaltet, von denen die eine Drossel­einheit durch die in der Leitung 164 befindliche Drossel 167 ständigem Querschnitt und das dazu durch die Leitung 165 parallel eingeschaltete elektrohydraulische Absperrventil 166, und die andere Drossel­einheit durch die in der Leitung 164 befindliche Drossel 163 ständigem Querschnitt und das dazu durch die Leitung 161 parallel eingeschaltete elektrohydraulische Absperrventil 162 gebildet ist. Die in Fig. 9 dargestellte dritte Ausführungsform der Drossel­einheit 157 hat einen stufenweise veränderbaren Widerstand, wobei es vier einstellbare Widerstandsstufen gibt, zu deren Betätigung der fünfte Ausgang 140 des Fest­programm­speichers 108 und der Ausgang 143 des Drossel­steuer­strom­kreises 142 als zwei Bit­Aus­gänge ausgebildet sind.

Fig. 10 zeigt die vierte Ausführungsform der Drossel­einheit 157 der Vorrichtung laut des in Fig. 1 bis 7 dargestellten Ausführungs­beispiels. Das Drossel­element ist als Zweiwegeströmungsventil 178 ausgebildet.

Im Ventilgehäuse 189 ist ein Schieber 190 angeordnet, dessen Stirnflächen die Wände des Raumes 196 bzw. des Raumes 187 bilden. Die Öffnung 185 des Raumes 196 ist über eine Leitung 184 an dem Hydraulik­ein­gang 159 angeschlossen. Ebenso ist die mit einer Drossel 180 versehene Leitung 179 hier angeschlossen, welche sich an der Eintrittsöffnung 182 des Ventilgehäuses 189 anschließt. Die Leitung 179 ist über die Leitung 181 mit der Öffnung 183 des Raumes 187 verbunden. Im Raum 187 ist eine vorgespannte Feder 188 vorgesehen, die an der Stirnfläche des Schiebers 190 aufliegt. In strömungsfreier Ruhestellung ist die Eintrittsöffnung 182 durch den Schieber 190 mit der Öffnung 191 verbunden, die mit dem Hydraulik­aus­gang 158 in Verbindung steht.

Der Widerstand der Drossel 180 des Zweiwegeströmungsventils 178 erhöht sich mit der zunehmenden Strömungsmenge, dadurch wird die Druckdifferenz zwischen den Räumen 196 und 187 zu Gunsten des Raumes 196 immer größer. Bei Erreichung des bestimmten Strömungsmaßes wird die Vorspannungskraft der Feder 188 durch die aus der Druckdifferenz auf den Schieber 190 ergebende Kraft überschreitet und überwältigt, wonach sich der Schieber 190 bewegt und den Querschnitt der Ein- bzw. Austrittsöffnungen 182 bzw. 191 vermindert. Diese Verminderung wird solange fortgesetzt, bis die Summe der Drossel genügend ist, die Strömung auf dem eingestellten Niveau zu halten.

Fig. 11 zeigt die Steuerungskennkurve der Vorrichtung laut in Fig. 1 bis 7 dargestellten Ausführungs­beispiels. Die Kurve „a“ zeigt die Zuordnung der dem Radlenkwinkel  $\alpha$  zugeordneten Knickwinkel  $\beta$ , wobei die Kurve „a“ durch die Kurven  $b_1$  und  $b_2$  umgenommen ist. Der durch die Kurven  $b_1$  und  $b_2$  bestimmte Streifen ist der Totspiel der Verriegelungs­betätigung, die Streifenbreite verändert sich innerhalb des ganzen Betätigungsbereiches zwischen den Knickwinkelwerten  $\pm 0,5^\circ$  bis  $\pm 1^\circ$ . Falls der tatsächliche Knickwinkel  $\beta$  außerhalb des durch die Kurven  $b_1$  und  $b_2$  bestimmten Streifens fällt und die Richtung der Knickwinkeländerung ordnungswidrig ist, ist die Vorrichtung verriegelt. Falls der tatsächliche Knickwinkel  $\beta$  außerhalb des durch die Kurven  $b_1$  und  $b_2$  bestimmten Streifens, aber innerhalb des durch die Kurven  $c_1$  und  $c_2$  bestimmten Streifens fällt, wobei die Richtung der Knickwinkeländerung richtig ist, übt die Vorrichtung gegenüber die Knickwinkeländerung einen durch die Drossel­einheit bestimmten Dämpfungswiderstand aus.

Die durch die Kurven  $c_1$  und  $c_2$  umgenommene Streifenbreite ist veränderlich, der Rand des Streifens ist innerhalb des ganzen Funktionsbereiches von der Kurve „a“ zwischen  $0$  und  $20^\circ$  in einem Abstand von veränderlichem Knickwinkel.

Im Bereich der kleinen Lenkeinschlagwinkel und Knickwinkel /cca.  $\pm 8^\circ$ / ist die Streifenbreite der Dämpfung nahe symmetrisch. In diesem Bereich ist die primäre Aufgabe der Dämpfung, die schlangenartige Schwenkung des Sekundärwagens 3 bei großer Fahrtgeschwindigkeit des Gelenk­fahr­zeuges 1 zu verhindern.

Bei größeren Lenkeinschlagwinkeln ist die Anordnung des Streifens um der Linie „a“ asymmetrisch, indem der den kleineren Knickwinkeln nahe liegender Teil breiter ist. Bei den äußeren Lenkeinschlagwinkeln beträgt diese Breite zwischen  $15-20^\circ$ . Derartige Lenkeinschlagwinkel und Knickwinkel kommen bei kleiner Fahrtgeschwindigkeit des Gelenk­fahr­zeuges 1 vor, so haben diese nicht die Aufgabe, die schlangenartige Schwenkung des Sekundärwagens 3 zu verhindern, weil solche nicht vorkommen kann. Die Vorrichtung bremst — abhängig von der Winkelgeschwindigkeit — das Einknicken des Sekundärwagens 3 in der kinematisch richtigen Richtung. Das Einknicken des Sekundärwagens 3 in ordnungswidriger Richtung soll im allgemeinen bei Bewegung mit großer Winkelgeschwindigkeit verhindert werden, und da das Einknicken großer Winkelgeschwindigkeit durch die Vorrichtung stark gebremst ist, ist die Bewegungsenergie des Sekundärwagens 3 in der Knickrichtung beim Schließen der Arbeitsräume 24 bzw. 25 bereits bedeutend vermindert.

In Fig. 12 ist eine weitere Ausführungsform des hydraulischen Ventilsystems und der elektrohydraulischen Drossel­einheit dargestellt, wobei der erste Arbeitsraum 25 und der zweite Arbeitsraum 24 des doppeltwirkenden hydraulischen Arbeitszylinders 21 zwecks Sicherung der schnellen Bewegung des Kolbens 23 über Leitungen großer Flüssigkeitsdurchlässigkeit und über in diesen angeordnete hydraulisch gesteuerte Sitzventile an dem Hydraulik­behälter angeschlossen sind, und die Steuerseiten der Ventile an dem Dreistellungs-Vierwegeventil 26 angeschlossen sind.

Bei dieser Ausführungsform ist der dritte Eingang 128 der Verriegelungs­betätigungseinheit 16 ebenfalls durch die an dem ersten Arbeitsraum 25 angeschlossene Leitung 19 und an dem zweiten Arbeitsraum 24 angeschlossene Leitung 20 gemeinsam gebildet. Die Leitung 19 ist an dem ersten Anschluß 29 des Dreistellungs-Vierwegeventils und die Leitung 20 ist an dem dritten Anschluß 30 desselben angeschlossen. Der das Dreistellungs-Vierwegeventils 26 betätigende Elektromagnet 27 ist an dem ersten Eingang 126 der Verriegelungs­betätigungseinheit 16 und der Elektromagnet 28 desselben an dem zweiten Eingang 127 angeschlossen. Der Elektromagnet 28 verbindet durch seine Funktionierung den ersten Anschluß 29 und den dritten Anschluß 32 des Dreistellungs-Vierwegeventils 26, und der Elektromagnet 27 verbindet durch seine Funktionierung den zweiten Anschluß 30 und den vierten Anschluß 32 desselben. An dem vierten Anschluß 31 ist durch die Leitung 193, an dem dritten Anschluß 32 durch die Leitung 192 der erste Anschluß 195 und der zweite Anschluß 196 des elektrisch gesteuerten Zweiwegeventils 194 angeschlossen. Ein die zum Ventil gerichtete Strömung zulassenden Rückschlagventil 201 ist über eine Leitung 200 an dem dritten Anschluß 197 des Zweiwegeventils 194 eingebaut. Der das Zweiwegeventil 194 betätigende Elektromagnet 199 ist über die Leitung 199 an dem vierten Eingang 146 der Verriegelungs­betätigungseinheit 16 angeschlossen. In eingeschalteter Stellung des das Zweiwegeventil 194 betätigenden Elektromagnets 198 ist der dritte Anschluß 197 mit dem zweiten Anschluß 196 verbunden, in ausgeschalteter Stellung desselben ist der Anschluß 197 geschlossen. An dem ersten Anschluß 29 des Dreistellungs-Vierwegeventils 26 ist durch die Leitung 205 ein hydraulisch gesteuertes Sitzventil 206 eingefügt, das über die Leitung 207 an dem Hydraulik­behälter 208

angeschlossen ist. Das bewegbare Element 222 des hydraulisch gesteuerten Sitzventils 206 ist mit konischem Abschließeteil 223 ausgebildet, das in geschlossener Stellung des Ventils den mit der Leitung 205 in Verbindung stehenden Ringraum 221 vom mit der Leitung 207 verbundenen Anschlußraum 224 verschließt. Die dem konischen Verschließeteil 223 des bewegbaren Elementes 222 entgegengesetzte Stirnfläche 225 bildet die Wand des Steuerraumes 225, welcher über die Leitung 219 und das darin angeordnete Rückschlagventil 217 mit der Leitung 205 verbunden ist. Die Leitungen 219 und 216 schließen sich an der Anschlußstelle 218 aneinander, wo auch die Leitungen 213 und 220 angeschlossen sind. Die Leitung 213 schließt sich an der Anschlußstelle 212 in die Leitung 205, in welcher eine Drossel 214 angeordnet ist. In der Leitung 216 ist das Rückschlagventil 217 derart eingebaut, daß es gegenüber der Flüssigkeitsströmung in Richtung der Anschlußstelle 218 bzw. des Steuerraumes 225 schließt. Die Anschlußstelle 218 ist mit dem ersten Eingang 240 des hydraulischen ODER-Ventils 237 durch die Leitung 220 verbunden, und der Ausgang 238 desselben ist über die Leitung 241 an dem Rückschlagventil 201 angeschlossen. An der Leitung 205 ist zwischen der Anschlußstelle 212 und dem Anschluß in den Ringraum 221 eine weitere Anschlußstelle 211 ausgebildet, an der eine mit Drossel 236 versehene Leitung 210 angeschlossen ist. Die Anschlußstelle 211 ist mit dem Anschlußraum 233 des hydraulisch gesteuerten Sitzventils 230 über die Leitung 210 verbunden. Das bewegbare Element 231 des hydraulisch gesteuerten Sitzventils 230 ist mit konischem Abschließeteil 234 ausgebildet, der in geschlossener Stellung des Ventils den mit der Leitung 209 in Verbindung stehenden Ringraum 232 vom mit der Leitung 210 verbundenen Anschlußraum 233 verschließt. Die dem konischen Abschließeteil 234 des bewegbaren Elementes 231 entgegengesetzte Stirnfläche bildet die Wand des Steuerraumes 235, welcher über die Leitung 203 mit der Leitung 192 verbunden ist, und über die letzterwähnte Leitung mit dem dritten Anschluß 32 bzw. dem zweiten Anschluß 196 verbunden ist. An der Strecke der Leitung 210 zwischen der Anschlußstelle 211 und der Drossel 236 ist eine Anschlußstelle 226 ausgebildet, die über die mit dem Druckbegrenzventil 228 versehene Leitung 227 mit der Leitung 209 bei dem Anschluß 229 verbunden ist. Das aus den Sitzventilen 206 und 230 und ihren Verbindungsleitungen bestehende hydraulische Netz ist als hydraulische Ventileinheit 242 betrachtet, deren Anschlüsse durch die Leitungen 205, 220, 207 und 203 gebildet sind. Eine hydraulische Ventileinheit 243 derselben Ausbildung ist an der, dem zweiten Arbeitsraum 24 des doppelwirkenden hydraulischen Arbeitszylinders 21 angeschlossenen Leitungen 20, bzw. dem zweiten Anschluß 30 über die Leitung 244, dem dritten Anschluß 32 bzw. der Leitung 192 über die Leitung 202, dem zweiten Eingang 239 des hydraulischen ODER-Ventils 237 über die Leitung 245, dem Hydraulikbehälter 208 über die Leitung 246 angeschlossen.

Die an der den vierten Anschluß 31 und den ersten Anschluß 195 verbindenden Leitung 193 angeschlossene Leitung 204 mündet in den Hydraulikbehälter 208, ihre Aufgabe ist die Ableitung des Spaltverlustes der Flüssigkeit.

Der Hydraulikbehälter 208 steht unter geschlossenem, ständigem Vorrundungsdruck, welcher durch die über Leitung 249 angeschlossene Druckeinheit 250 gesichert ist. In der Leitung 249 ist ein Rückschlagventil 251 angeordnet, das gegenüber der Strömung in Richtung der Druckeinheit 250 vom Behälter 208 schließt.

Die Ausführung laut Fig. 12 arbeitet wie folgt:

Die hydraulische Ventileinheit 242 ermöglicht in jedwelcher Schaltungskombination des Dreistellungs-Vierwegeventils 26 und des Zweiwegeventils 194 die Strömung aus dem Hydraulikbehälter 208 über die Leitungen 207 und 205 gegen den ersten Anschluß 29. Die im ersten Arbeitsraum 25 des Arbeitszylinders 22 auftretende Depression — welche bei mit dem Uhrzeigersinn des Sekundärwagens 3 übereinstimmender Einknickung in laut unserer Bezeichnung positiver Richtung auftritt — überträgt sich über die Leitung 19, den ersten Anschluß 29, die Leitung 205, das eine Strömung dieser Richtung zulassende Rückschlagventil 217 in den Steuerraum 225, so wird die aus dem Hydraulikbehälter 208 über die Leitung 207 am Anschlußraum 224 eintreffende Flüssigkeit das bewegbare Element 222 des Sitzventils 206 bewegen, öffnen, und so ist die Strömung über den Ringraum 221, die Leitung 205, den ersten Anschluß 29 gegen die Leitung 19, also dem ersten Arbeitsraum 25 des Arbeitszylinders 22 freigegeben.

Die hydraulische Ventileinheit 243 erlaubt ähnlicherweise immer die Strömung aus dem Behälter 208 über die Leitungen 246 und 244 gegen den zweiten Anschluß 30.

Die Verriegelungs- und Drosselungseinheit 16 verwirklicht die Verriegelung bzw. die Drosselung durch Verhinderung bzw. geringmäßige Zulassung der aus dem ersten 25 bzw. zweiten Arbeitsraum 24 gegen den Hydraulikbehälter 208 gerichteten Strömung. Bei Einschaltung des Elektromagnets 28 des Dreistellungs-Vierwegeventils 26, d. h. im Falle von positivem Abweichungsvorzeichen schließt die Verriegelungs- und Drosselungseinheit 16 gegenüber der Einknickung in dem Uhrzeigersinn entgegengesetzter negativer Richtung. In dieser Stellung stimmt der Druck der in den Steuerräumen 225 und 235 befindlichen Flüssigkeit mit dem Druck der in die Leitung 205 eintreffenden Flüssigkeit überein, also die im Ringraum 223 und im Anschlußraum 233 befindliche Flüssigkeit desselben Druckes ist, auf kleinere Fläche wirkend unfähig, das bewegbare Element 230 zu öffnen, so bleibt die hydraulische Ventileinheit 242 geschlossen.

Bei Einschaltung des Elektromagnets 27 des Dreistellungs-Vierwegeventils 26, also im Falle von negativem Abweichungsvorzeichen schließt die hydraulische Ventileinheit 243 der Verriegelungs- und Drosselungseinheit 16 gegenüber der Einknickung in dem Uhrzeigersinn entsprechender negativer Richtung, sinngemäß mit der Funktionierung der hydraulischen Ventileinheit 242 entsprechend, was oben bereits beschrieben wurde. Bei Einschaltung des Elektromagnets 27 des Dreistellungs-Vierwegeventils 26, also bei negativem Abweichungsvorzeichen ist die Einknickung in dem Uhrzeigersinn entgegengesetzter negativer Richtung zugelassen. Die Flüssigkeit strömt aus dem ersten Arbeitsraum 25 angeschlossener Leitung 19 über den Anschluß 29 in die Leitung 205. Dabei tritt in der Leitung 20, bei dem zweiten Anschluß 30 eine relative Depression auf. Das Dreistellungs-Vierwegeventil 26 in dieser Stellung überträgt die Depression über den dritten Anschluß 32, die Leitungen 192 und 203 in den Steuerraum 235. Die über die Leitungen 205 und 210, die Drossel 236 im Anschlußraum 233 eintreffende Flüssigkeit kann das bewegbare Element 230 gegenüber der Depression öffnen, so kann die Flüssigkeit über den Ringraum 232, die Leitungen 209 und 207 in den Hydraulikbehälter 208 strömen.

Wenn das Zweiwegeventil 194 in geschlossener Stellung ist, so ist der Druck des Steuerraumes 225 des Sitzventils 206 mit dem Druck des Ringraumes 223 identisch, und das bewegbare Element 222 wird in geschlossener Stellung bleiben. Wenn der Elektromagnet 198 des Zweiwegeventils 194 einschaltet, wird die Leitung 200 mit der die Depression aufzeigenden Leitung 192 in Verbindung treten. Das Rückschlagventil 201 und das hydraulische ODER-Ventil 237 läßt die Flüssigkeit über die Leitungen 200, 241, 220 und 219 in den Steuerraum 225 des Sitzventils 206, so wird die aus der Leitung 205 in den Ringraum 223 eintreffende Flüssigkeit das bewegbare Element 222 aufheben, und dadurch ermöglicht das Sitzventil 206 die störungsfreie, die Drossel 236 umgehende Flüssigkeitsströmung über die Leitung 207 in den Hydraulikbehälter 208.

Bei positivem Abweichungsvorzeichen, d. h. bei Einschaltung des Elektromagnets 28 des Dreistellungs-Vierwegeventils 26 ist die Einknickung in positiver Richtung ähnlicherweise zugelassen.

Die Verriegelungsbetätigungseinheit 16 bildet mit der doppelwirkenden hydraulischen Arbeitsvorrichtung 21 zusammen zugleich die Knickwinkelrichtungsänderungsfühlereinheit 18, weil ihre Ventile in Abhängigkeit der Einknickung des Sekundärwagens 3 öffnen bzw. schließen. Die offene Stellung des bewegbaren Elementes 231 des Sitzventils 230 zeigt negative Knickrichtung bei negativem Abweichungsvorzeichen, die geschlossene Stellung des bewegbaren Elementes 231 zeigt positive Knickrichtung bei positivem Abweichungsvorzeichen. Bei negativem Abweichungsvorzeichen wird die Knickrichtung durch das bewegbare Element 231 des Sitzventils 230 der hydraulischen Ventileinheit 242 gezeigt. Bei positivem Abweichungsvorzeichen signiert die hydraulische Ventileinheit 243 derselben Ausbildung auf ähnliche Weise.

Bei einer weiteren, nicht dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung verfügt die Steuereinheit der Dämpfungseinheit im zweckmäßig gewählten Geschwindigkeitsbereich über einen Fahrzeuggeschwindigkeitsfühler für bestimmte Knickwinkelabweichung, zum größere Fahrzeuggeschwindigkeit charakterisierenden Signal ist ein Ausgangssignal für abnehmende Drossel am Ausgang der Steuereinheit der Dämpfungseinheit zugeordnet, weiterhin ist zu bestimmten Fahrzeuggeschwindigkeits- und Knickwinkelabweichungswerten am Ausgang der Steuereinheit der Dämpfungseinheit ein Ausgangssignal für Leistungsverminderung des Antriebsmotors des Fahrzeuges zugeordnet.

Bei einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung verfügt die Steuereinheit der Dämpfungseinheit über einen Knickwinkelgeschwindigkeits- und/oder Winkelbeschleunigungsfühler, und zu bestimmten Knickwinkelgeschwindigkeits- und/oder Beschleunigungswert ist am Ausgang der Steuereinheit der Dämpfungseinheit ein Ausgangssignal für Modifizierung des Drosselwertes des Drosselwiderstandes zugeordnet.

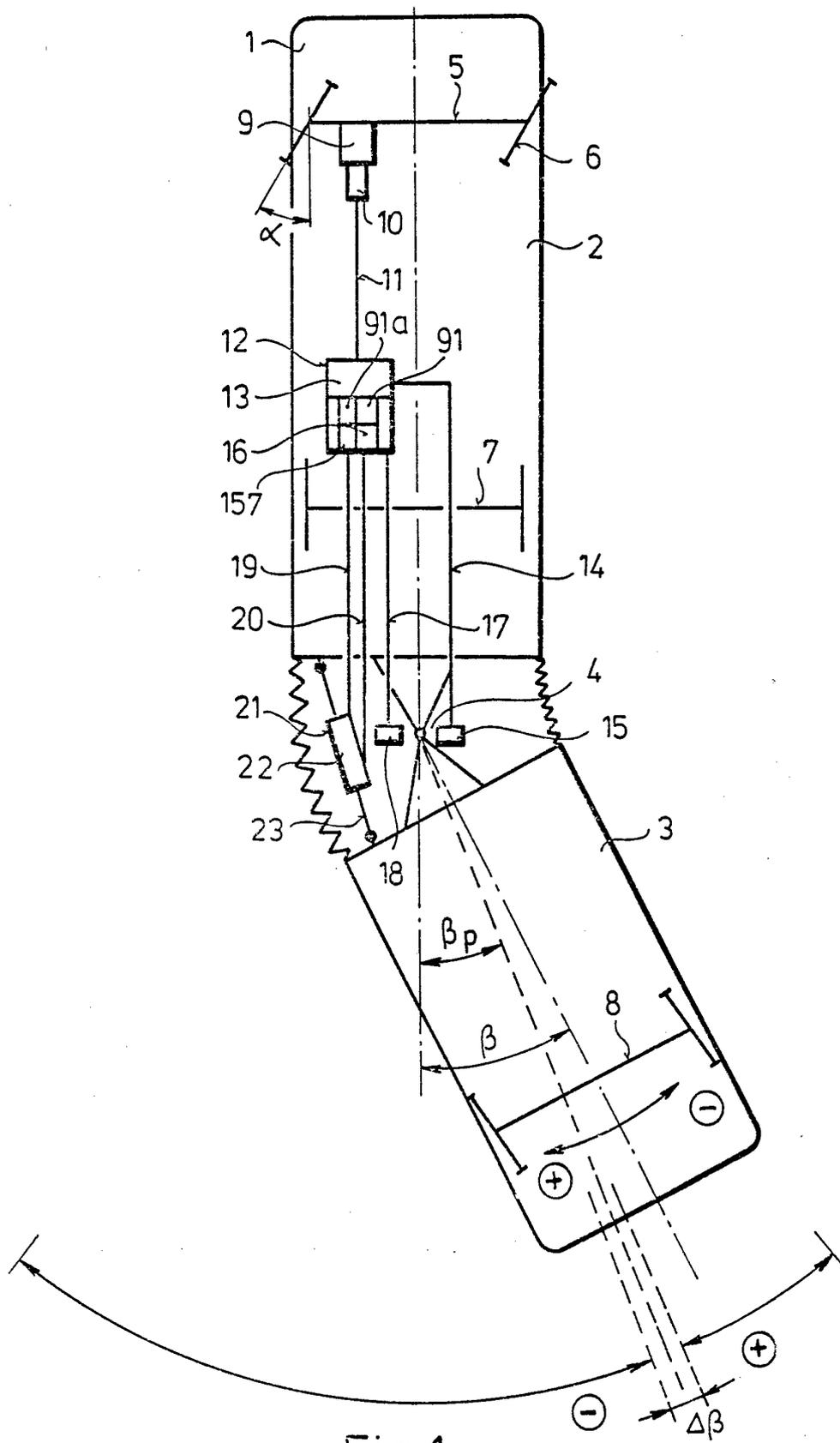


Fig. 1

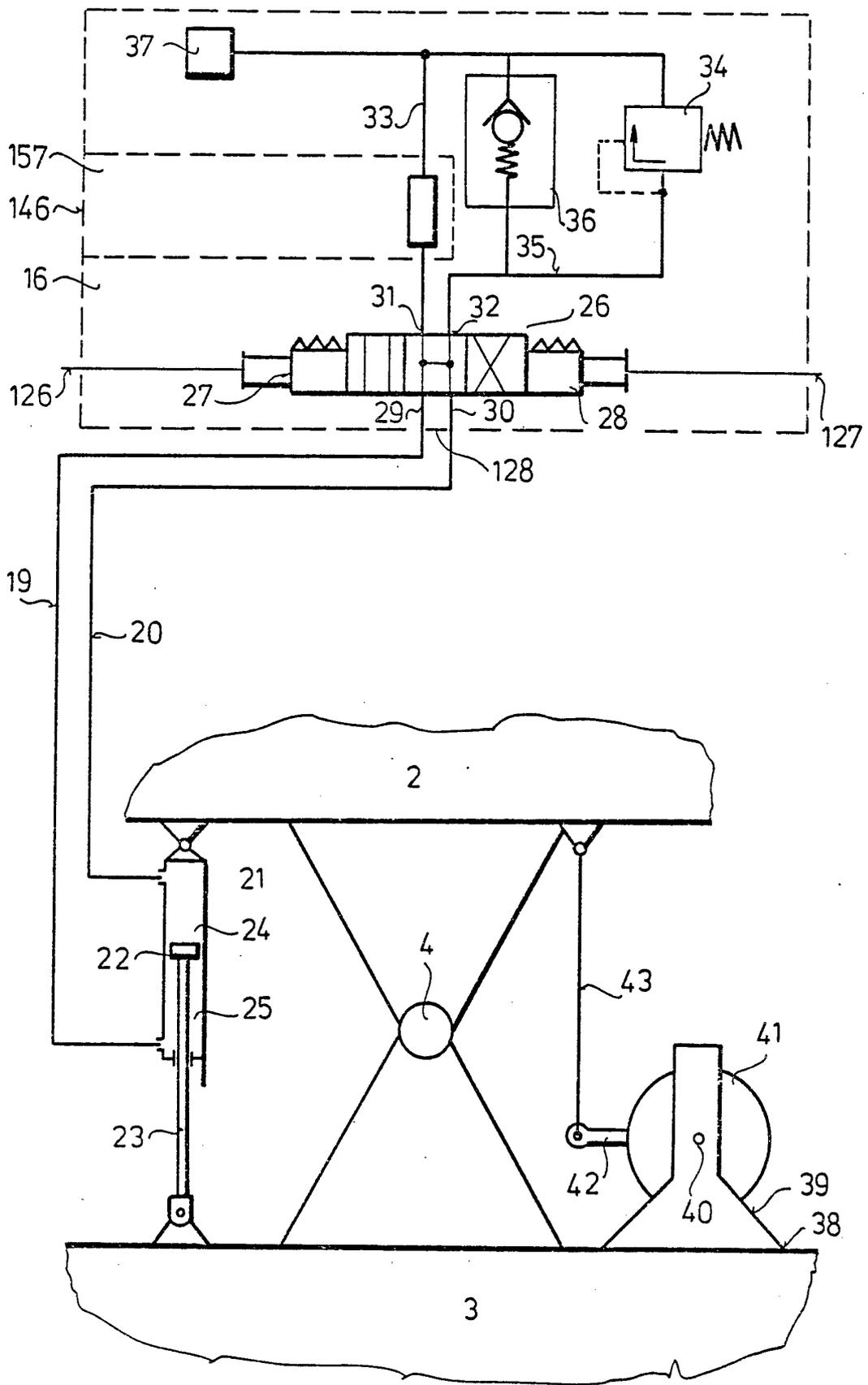


Fig. 2

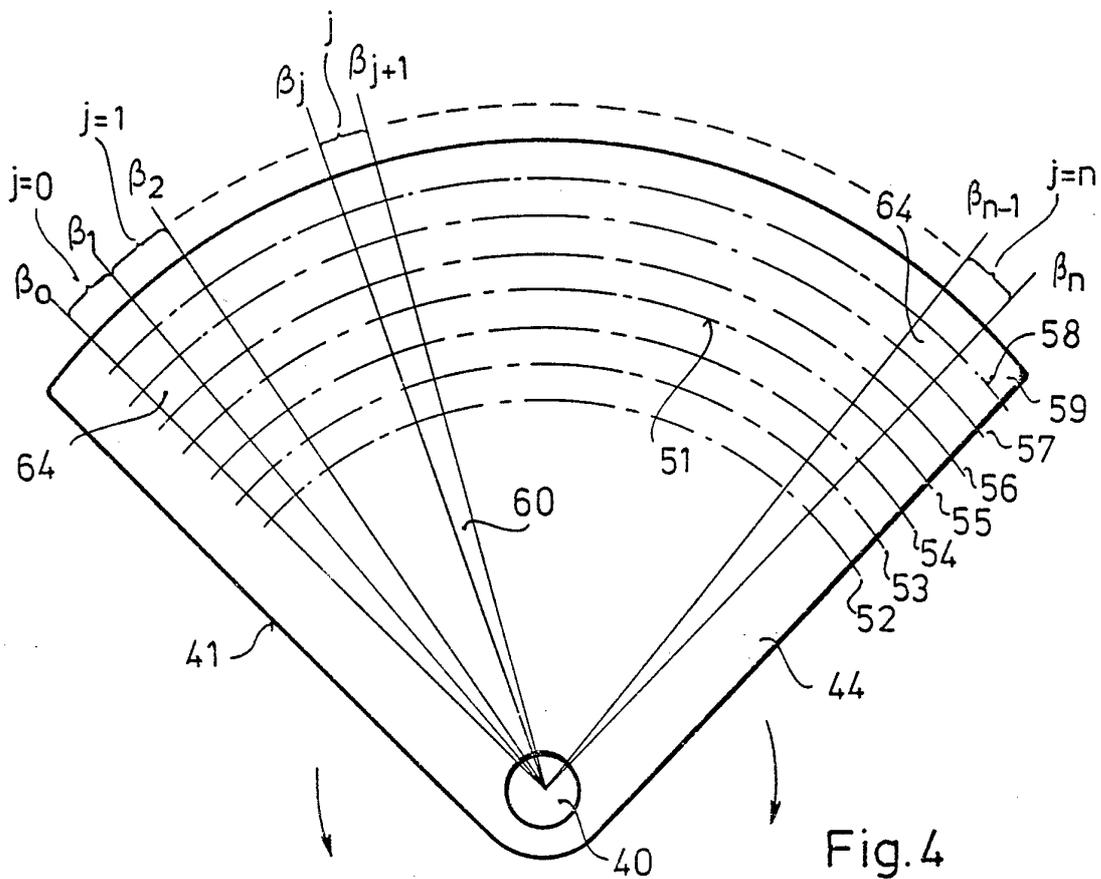
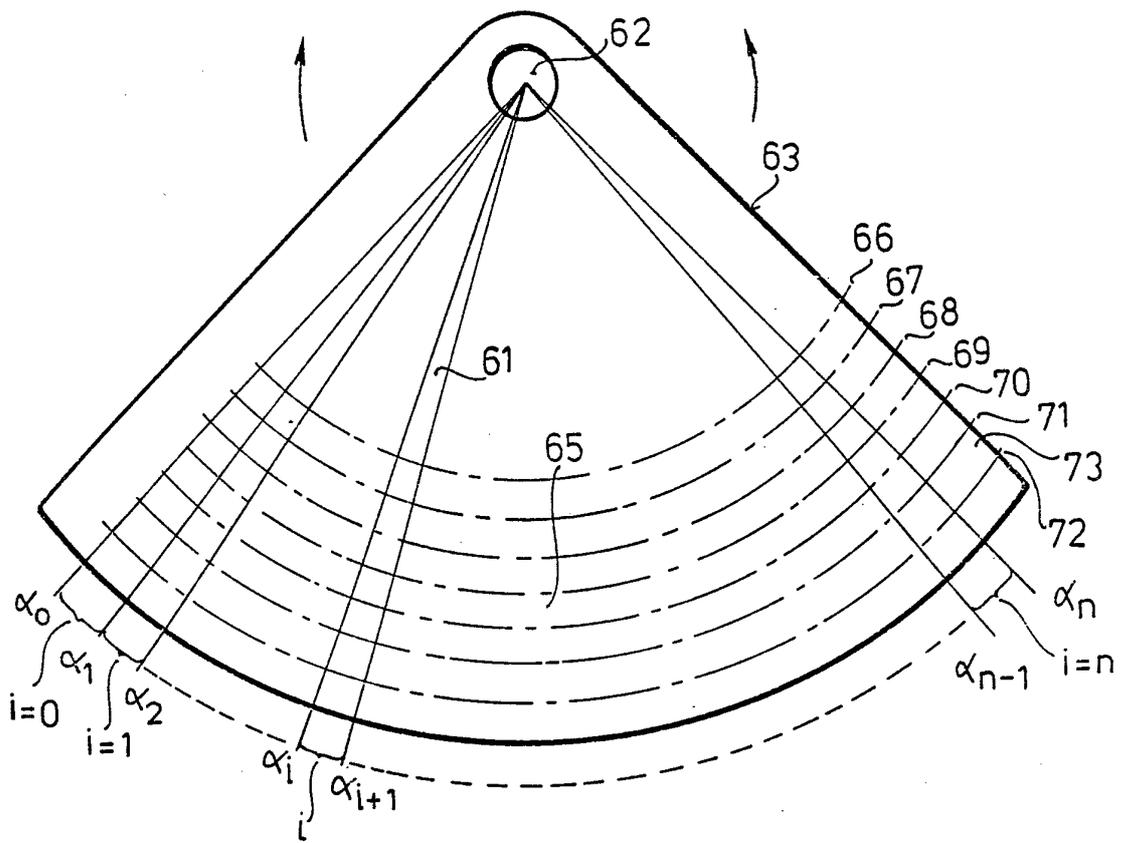


Fig. 4

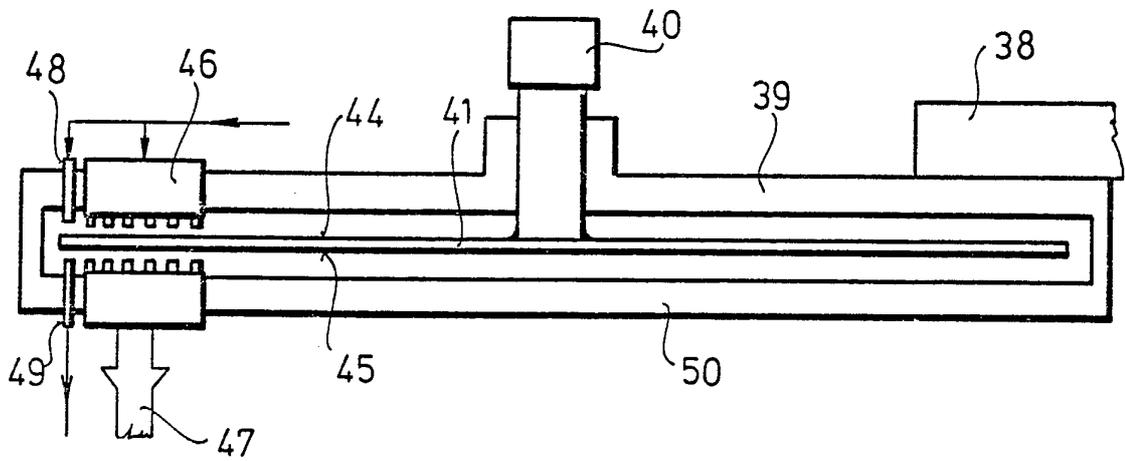


Fig. 3

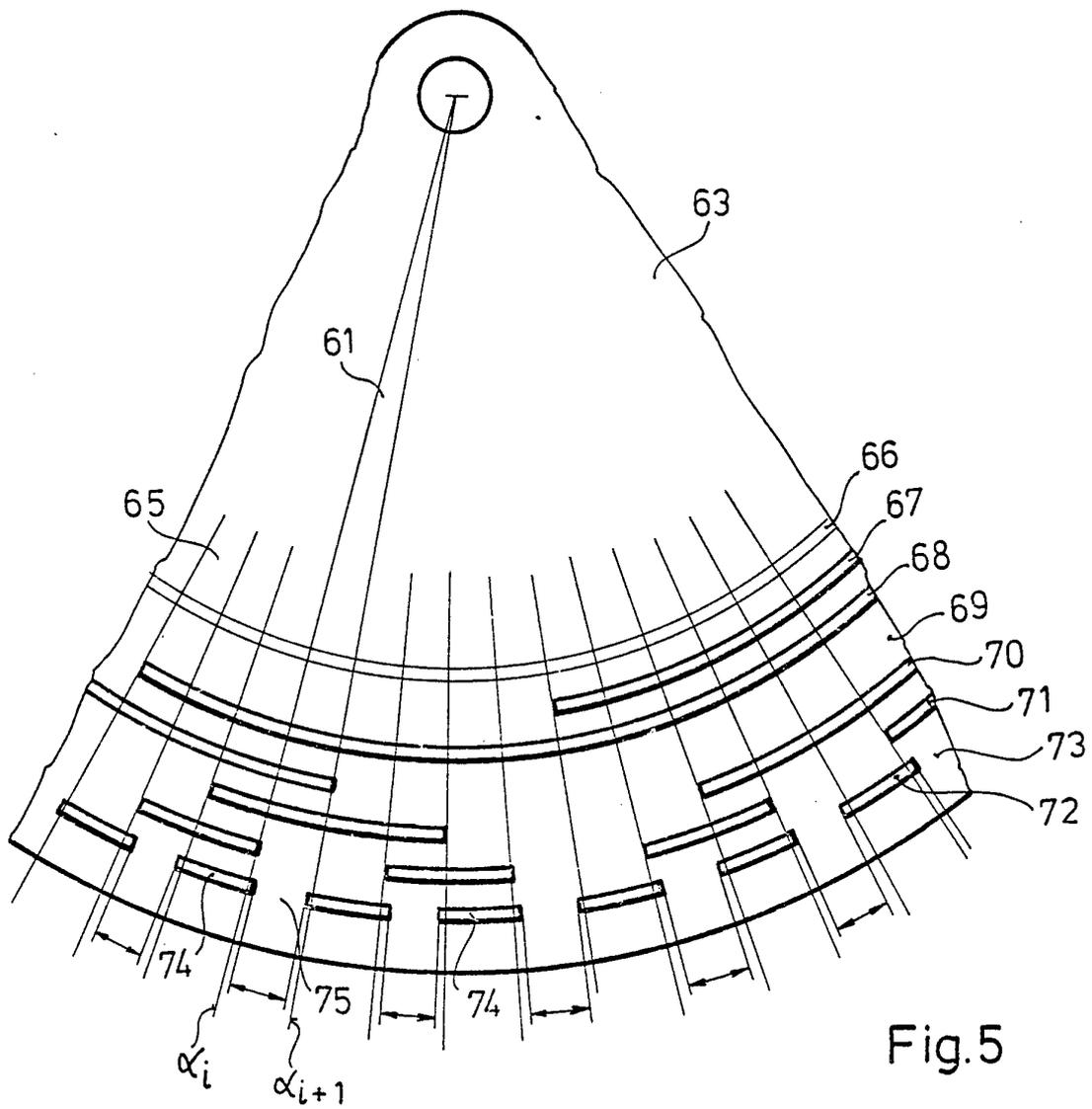


Fig. 5

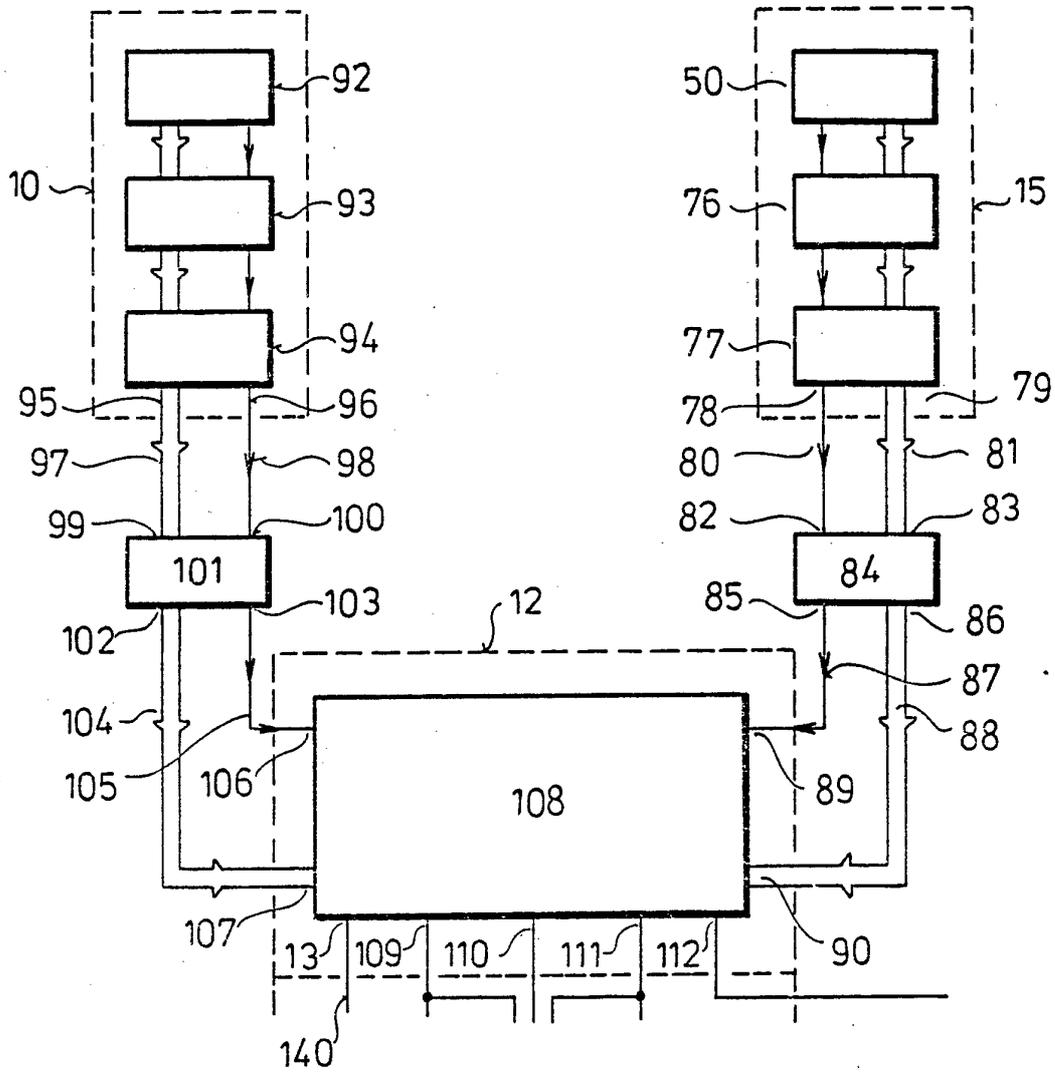


Fig. 6

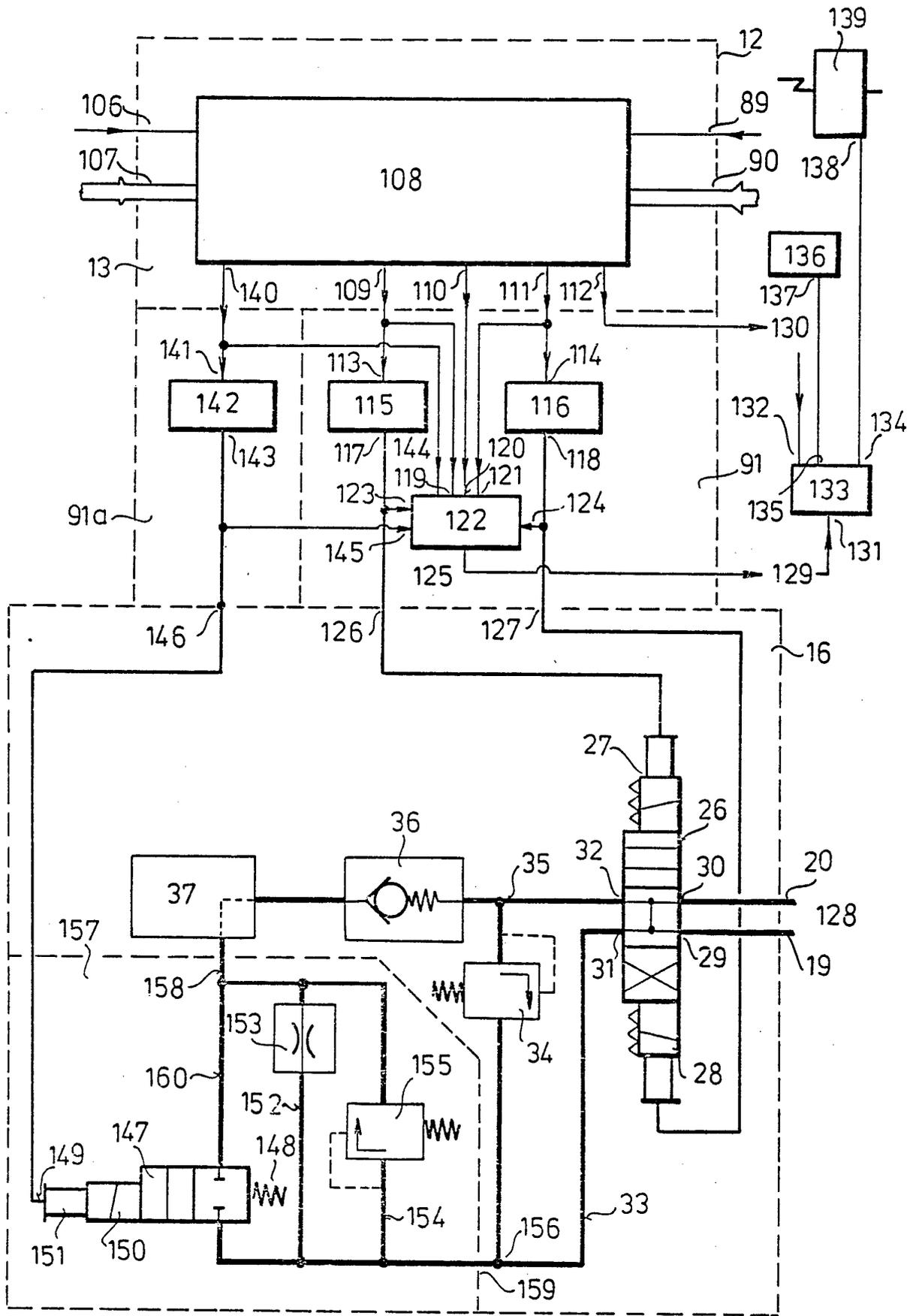


Fig. 7

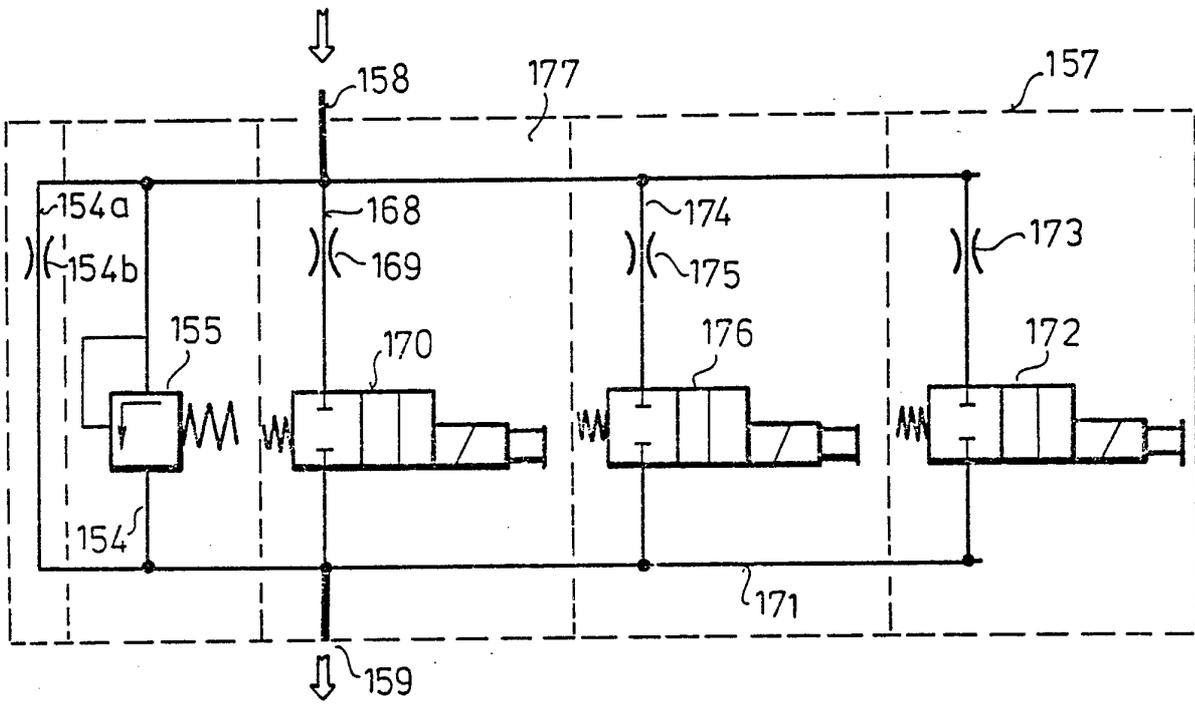


Fig. 8

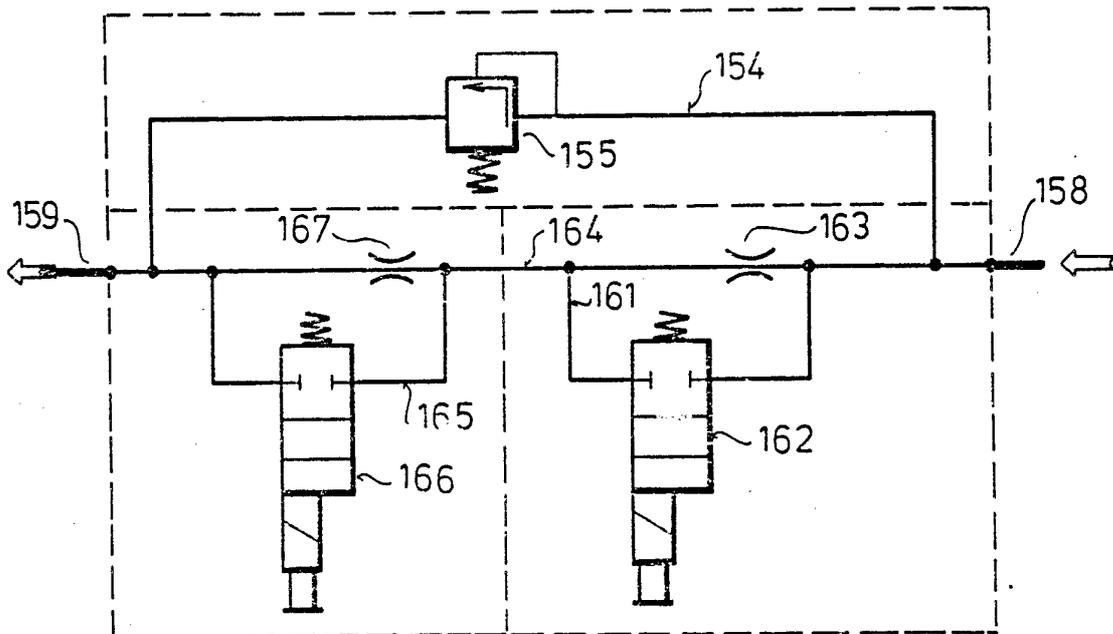


Fig. 9

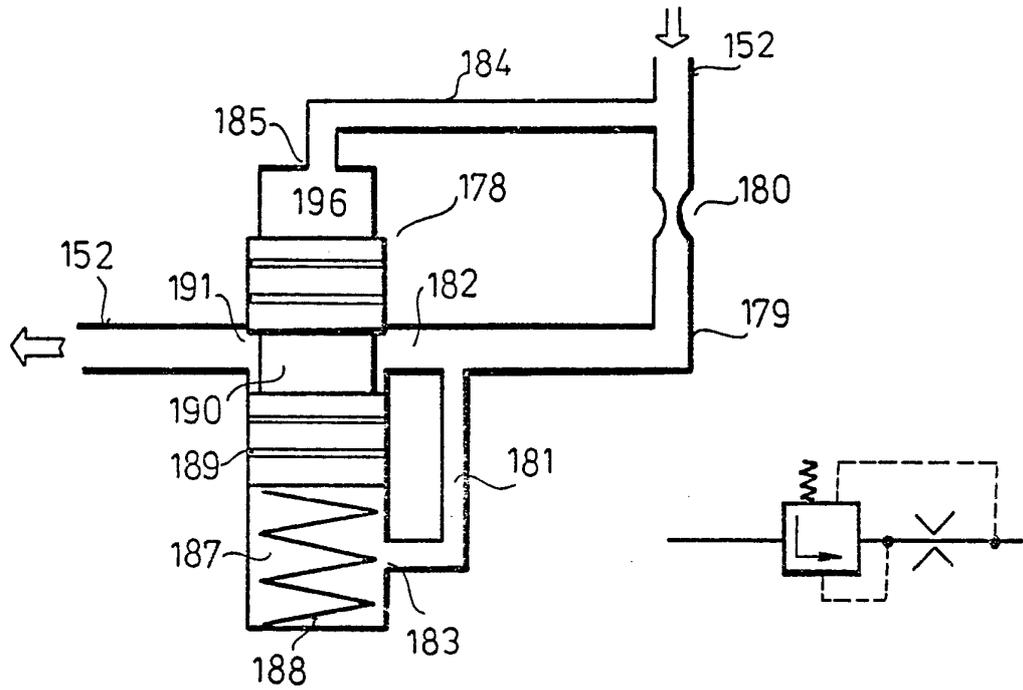


Fig. 10

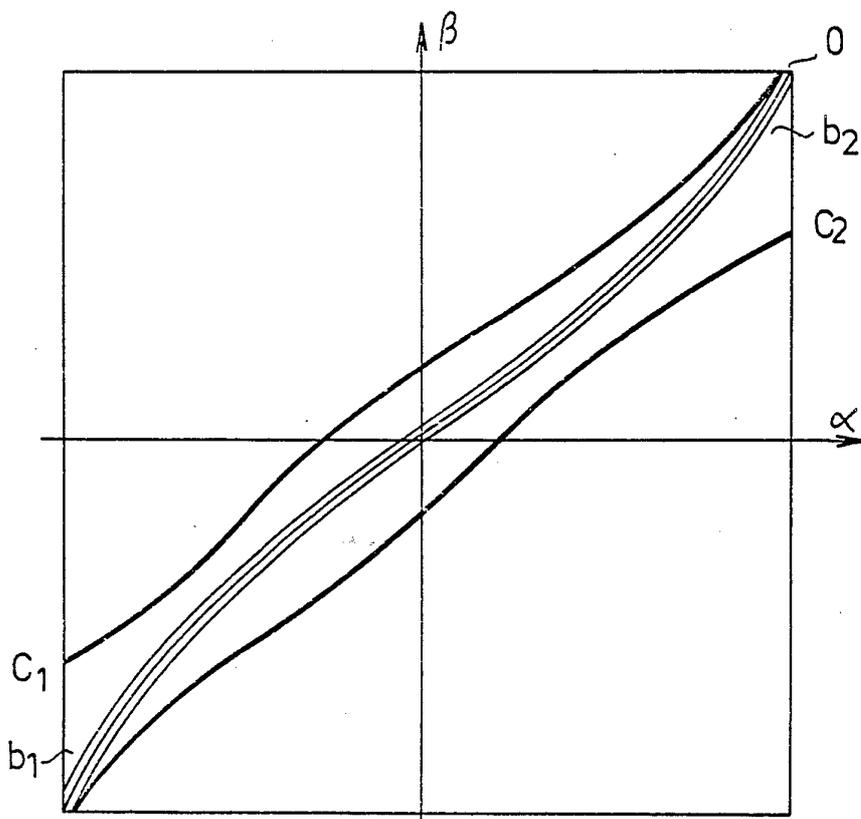


Fig. 11

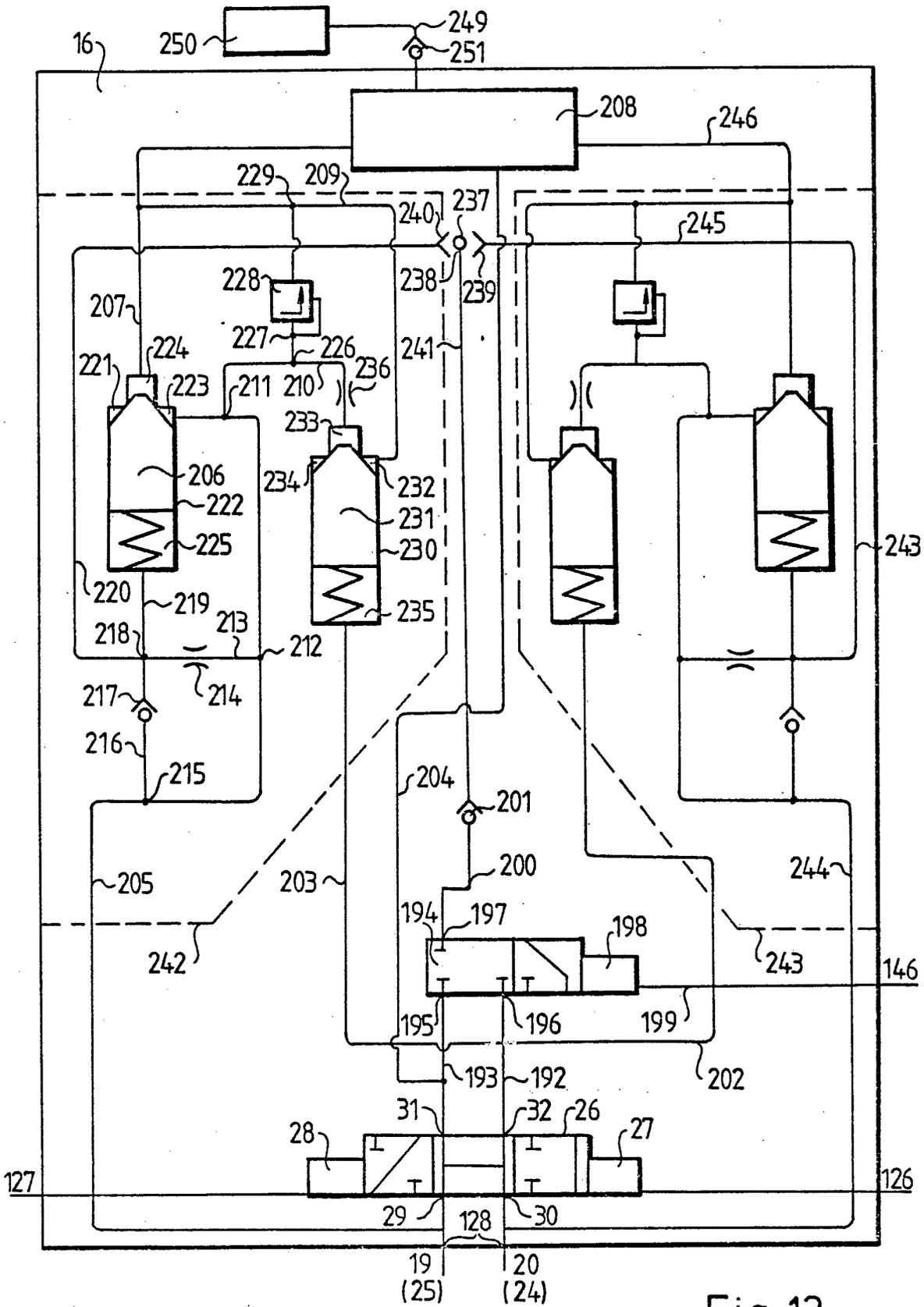


Fig. 12