



(10) **DE 10 2010 010 663 A1** 2011.09.01

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2010 010 663.1**

(22) Anmeldetag: **01.03.2010**

(43) Offenlegungstag: **01.09.2011**

(51) Int Cl.: **F16H 3/66 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**A + M Fertigungstechnik GmbH, 72644,
Oberboihingen, DE**

(72) Erfinder:

Palesch, Edwin, 73252, Lenningen, DE

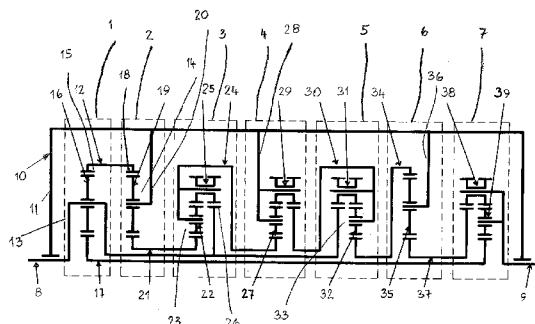
(74) Vertreter:

Jackisch-Kohl und Kollegen, 70469, Stuttgart, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Getriebe**

(57) Zusammenfassung: Das Getriebe hat ein Eintriebs-
element (8), das über Getriebeelemente mit einem Austriebs-
element (9) antriebsverbunden ist. Eines der Getriebee-
lemente ist ein Regelelement (12), mit dem die Drehzahl des
Eintriebses (8) zur Weiterleitung an das Austriebs-
element (9) verändert werden kann. Die Drehzahl des Aus-
triebses (9) wird erhöht, wenn die Drehzahl des Rege-
les (12) abnimmt. Das am Eintriebs (8) anstehende Drehmoment wird über das Regelelement (12)
an das Austriebs (9) weitergegeben, so dass an ihm
das Eintriebsdrehmoment ansteht.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Getriebe nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Getriebe dienen dazu, die Drehzahl eines Eintriebseselementes in eine hiervon abweichende Drehzahl eines Austriebseselementes zu wandeln. Getriebe können ein festes oder auch wählbares Übersetzungsverhältnis haben. Bei Getrieben mit einstellbaren Übersetzungsverhältnissen werden gestufte, schaltbare und variabel veränderbare Übersetzungsverhältnisse vorgesehen. Gestufte Übersetzungsverhältnisse werden mit manuell oder automatisch schaltbaren Stufengetrieben realisiert. Solche Getriebe sind beispielsweise Handschaltgetriebe, automatisierte Schaltgetriebe, Automatikgetriebe und Doppelkupplungsgetriebe. Gemeinsam ist diesen unterschiedlichen Getrieben, dass die Funktionselemente eine vorgegebene feste Abstufung des Übersetzungsverhältnisses aufweisen.

[0003] Getriebe mit variablem, frei einstellbarem Übersetzungsverhältnis sind beispielsweise Reibradgetriebe, Reibkegelgetriebe, Toroidgetriebe und Umschlingungsgetriebe. Je nach Getriebeausführung sind hierbei Übersetzungen vom Stillstand des Austriebseselementes bis zu einem maximalen Übersetzungsverhältnis darstellbar. Bis auf das Toroidgetriebe, das mit einem sogenannten Null-Durchgang ausgeführt werden kann, benötigen die anderen mechanischen Getriebe eine Anfahrkupplung, um die Differenz der Drehzahlen aus dem Stillstand auf die Minimaldrehzahl anzupassen.

[0004] Weitere bekannte Getriebe sind Verzweigungs- und Überlagerungsgetriebe. Solche Getriebe haben mechanische und hydraulische oder mechanische oder elektromotorische Lastgrade. Bei diesen Getrieben ist meist keine Anfahrkupplung erforderlich, da mit dem elektrischen oder dem hydraulischen Lastpfad ein variables Übersetzungsverhältnis aus dem Nullpunkt heraus realisiert werden kann.

[0005] Alle beschriebenen Getriebe wandeln das Eingangsdrehmoment entsprechend dem Übersetzungsverhältnis in ein Austriebsdrehmoment um. Der Wirkungsgrad der Getriebe ist von deren Bauart abhängig. Bei einem manuell schaltbaren Getriebe sind Reib-, Wälz- und sogenannte Panschverluste leistungsmindernd. Bei automatisierten Getrieben, wie das automatisierte Schaltgetriebe, kommen zu den mechanischen Verlusten noch die Verluste durch die Aktorikelemente, wie Hydraulikpumpen, hinzu. Bei Getrieben mit Leistungsverzweigung treten in den Leistungsäzweigen Leistungsverluste auf.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das gattungsgemäße Getriebe so auszubilden, dass es als mechanisches Getriebe einen einfachen Auf-

bau hat und ein in sich geschlossenes System derart bildet, dass keine Drehmomentabstützung von außen notwendig ist.

[0007] Diese Aufgabe wird beim gattungsgemäßen Getriebe erfindungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0008] Beim erfindungsgemäßen Getriebe ist eines der Getriebeelemente zwischen dem Eintriebs- und dem Austriebseselement das Regelement, mit dem die Drehzahl des Eintriebseselementes zur Weiterleitung an das Austriebseselement verändert werden kann. Nimmt die Drehzahl des Regelementes ab, wird die Drehzahl des Austriebseselementes entsprechend erhöht.

[0009] Das Drehmoment, das am Eintriebseselement ansteht, wird über das Regelement an das Austriebseselement weitergegeben, so dass an ihm das Eintriebsdrehmoment ansteht.

[0010] Vorteilhaft ist das Regelement über ein Koppellement mit dem Austriebseselement antriebsverbunden. Das Koppellement seinerseits ist vorteilhaft über ein Stützelement mit dem Austriebseselement antriebsverbunden. Über das Koppellement und das Stützelement kann so viel Drehmoment auf das Eintriebseselement und das Stützelement hinzugefügt werden, dass am Austriebseselement ein gefordertes Austriebsdrehmoment ansteht. Diese Drehmomentübersetzung folgt somit der Getriebegesamtübersetzung.

[0011] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen.

[0012] Die Erfindung wird anhand einiger in den Zeichnungen dargestellter Ausführungsformen näher erläutert. Es zeigen

[0013] Fig. 1 in schematischer Darstellung den grundsätzlichen Aufbau eines erfindungsgemäßen Getriebes,

[0014] Fig. 2 das Getriebe gemäß Fig. 1,

[0015] Fig. 3 die Angabe von Momentrichtungen des erfindungsgemäßen Getriebes,

[0016] Fig. 4 in einer Darstellung entsprechend den Fig. 1 und Fig. 2 eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Getriebes,

[0017] Fig. 5 die Angabe der Momentrichtungen des erfindungsgemäßen Getriebes gemäß Fig. 4,

[0018] Fig. 6 eine Eintriebsstufe des erfindungsgemäßen Getriebes gemäß Fig. 1,

- [0019] Fig. 7 eine Umkehrstufe des erfindungsgemäßen Getriebes gemäß Fig. 1,
- [0020] Fig. 8 eine Koppelstufe des erfindungsgemäßen Getriebes gemäß Fig. 1,
- [0021] Fig. 9 eine Koppelschwinge des erfindungsgemäßen Getriebes gemäß Fig. 1,
- [0022] Fig. 10 eine Stützstufe des erfindungsgemäßen Getriebes gemäß Fig. 1,
- [0023] Fig. 11 eine Umlenkstufe des erfindungsgemäßen Getriebes gemäß Fig. 1,
- [0024] Fig. 12 eine Austriebsstufe des erfindungsgemäßen Getriebes gemäß Fig. 1,
- [0025] Fig. 13 eine Eintriebsstufe des erfindungsgemäßen Getriebes gemäß Fig. 4,
- [0026] Fig. 14 eine Umkehrstufe des erfindungsgemäßen Getriebes gemäß Fig. 4,
- [0027] Fig. 15 eine Koppelstufe des erfindungsgemäßen Getriebes gemäß Fig. 4,
- [0028] Fig. 16 eine Stützstufe des erfindungsgemäßen Getriebe gemäß Fig. 4,
- [0029] Fig. 17 eine Austriebsstufe des erfindungsgemäßen Getriebes gemäß Fig. 4,
- [0030] Fig. 18 die Koppelung des erfindungsgemäßen Getriebes gemäß den Fig. 1 oder Fig. 4 mit einem Drehrichtungsgetriebe,
- [0031] Fig. 19 das Drehrichtungsgetriebe gemäß Fig. 18,
- [0032] Fig. 20 in vergrößerter Darstellung einen Teil des Drehrichtungsgetriebes gemäß Fig. 19,
- [0033] Fig. 21 eine Ölpumpe des Drehrichtungsgetriebes gemäß Fig. 19,
- [0034] Fig. 22 einen Leerlaufmotor des Getriebes gemäß Fig. 18,
- [0035] Fig. 23 ein Motorsteuerventil für den Leerlaufmotor gemäß Fig. 22,
- [0036] Fig. 24 einen Teil der Getriebeanordnung gemäß Fig. 18,
- [0037] Fig. 25 eine weitere Ausführungsform einer Getriebeanordnung mit dem erfindungsgemäßen Getriebe gemäß Fig. 1 oder Fig. 4 in Verbindung mit einem Drehrichtungsgetriebe sowie einer zwischen dem Getriebe und dem Drehrichtungsgetriebe zwischengeschalteten Trennkupplung,
- [0038] Fig. 26 einen Teil der Getriebeanordnung gemäß Fig. 25,
- [0039] Fig. 27 in vergrößerter Darstellung einen Teil der Getriebeanordnung gemäß Fig. 25.
- [0040] Das Getriebe wird im Folgenden für den Einsatz an einem Motor eines Kraftfahrzeuges beispielhaft beschrieben. Auf diesen Einsatz ist das Getriebe allerdings nicht beschränkt. Es kann beispielsweise auch für Antriebsstränge von Windkraftanlagen, Generatoren, mobilen Arbeitsmaschinen und dergleichen eingesetzt werden.
- [0041] Das Getriebe gemäß Fig. 1 hat sieben Funktionsgruppen, die jeweils durch gestrichelte Kästchen angegeben sind. Das Getriebe nach Fig. 1 hat eine Eintriebsstufe **1**, eine anschließende Umkehrstufe **2**, eine nachfolgende Koppelstufe **3**, eine Koppelschwinge **4**, eine Stützstufe **5**, eine Umlenkstufe **6** und eine Austriebsstufe **7**. Diese verschiedenen Funktionsgruppen **1** bis **7** sind im Getriebestrang hintereinander angeordnet. Über die Eintriebsstufe **1** wird das Eintriebsmoment in das Getriebe **1** eingebracht und das jeweilige Austriebsmoment an der Austriebsstufe **7** abgegeben.
- [0042] Das Getriebe ist ein mehrstufiges Planetengetriebe, mit dem eine Eintriebswelle **8** mit einer Austriebswelle **9** antriebsverbunden werden kann. Das Getriebe hat ein Gehäuse **10** in dessen Wandungen die Eintriebs- und die Austriebswelle **8, 9** drehbar gelagert sind. Benachbart zur linken Gehäusewand **11**, in der die Eintriebswelle **8** gelagert ist, befindet sich ein Hohlradsatz **12**, das Teil eines ersten sowie eines zweiten Planetenradsatzes **13** und **14** ist. Das Hohlradsatz **12** hat eine erste Innenverzahnung **15**, in die Planetenräder **16** eingreifen, die über den Umfang des Hohlradsatzes **12** verteilt angeordnet sind. Die Planetenräder **16** sind drehbar an der Eintriebswelle **8** gelagert und greifen in eine Zwischenwelle **17** ein, die sich zentral durch das Getriebe erstreckt.
- [0043] Das Hohlradsatz **12** hat eine zweite Innenverzahnung **18**, in die Planetenräder **19** des Planetenradsatzes **14** eingreifen. Die Planetenräder **19** sind über den Umfang des Getriebes verteilt angeordnet und sitzen jeweils auf Planetenradträgern **20**, die gehäusesfest angeordnet sind.
- [0044] Die Planetenräder **19** kämmen mit einem zentralen Sonnenrad **21**, das die Eintriebswelle **8** umgibt.
- [0045] Der Planetenradsatz **13** ist Bestandteil der Eintriebsstufe **1** und der Planetenradsatz **14** Bestandteil der Umkehrstufe **2**.

[0046] In das Sonnenrad **21** greifen weitere Planetenräder **22** eines Planetenradsatzes **23** ein, der Teil der Koppelstufe **3** des Getriebes ist. Die Planetenräder **22** sind drehbar auf einem Koppelsteg **24** gelagert, der die Koppelstufe **3** mit der Koppelschwinge **4** koppelt. Die Planetenräder **22** greifen in äußere Planetenräder **25** ein, die ebenfalls am Koppelsteg **24** drehbar gelagert sind. Die Planetenräder **22**, **25** sind über den Umfang gleichmäßig verteilt angeordnet. Die äußeren Planetenräder **25** sind nicht nur mit den inneren Planetenrädern **22**, sondern auch mit einer Verzahnung **26** der Eintriebswelle **8** in Eingriff.

[0047] Die Planetenräder **22**, **25** sind Bestandteil der Koppelstufe **3**. Der Koppelsteg **24** ist mit Planetenrädern **27** in Eingriff, die Teil der Koppelschwinge **4** sind. Die Planetenräder **27**, die über den Umfang der Zwischenwelle **17** verteilt angeordnet sind, sind auf einem gehäusefesten Planetenradträger **28** drehbar gelagert. Er trägt außerdem äußere Planetenräder **29**, die in Eingriff mit den inneren Planetenrädern **27** der Koppelschwinge **4** sind. Diese inneren Planetenräder **27** sind außerdem in Eingriff mit dem Koppelsteg **24**.

[0048] Die Planetenräder **29** sind innerhalb der Koppelschwinge **4** außerdem in Eingriff mit einem Stützsteg **30**, der die Koppelschwinge **4** mit der Stützstufe **5** verbindet. Er umgibt die Eintriebswelle **8** und dient als Planetenradträger für äußere Planetenräder **31** und innere Planetenräder **32** eines Planetenradsatzes **33** der Stützstufe **5**. Die äußeren Planetenräder **31** greifen in die inneren Planetenräder **32** ein, die ihrerseits in Eingriff sind mit einem Hohlrad **34**, das die Eintriebswelle **8** umgibt. Über das Hohlrad **34** ist die Stützstufe **5** mit der Umlenkstufe **6** verbindbar.

[0049] Innerhalb der Umlenkstufe **6** greifen in eine Innenverzahnung des Hohlrades **34** Planetenräder **35** ein, die über den Umfang der Zwischenwelle **17** verteilt angeordnet und auf gehäusefesten Planetenradträgern **36** drehbar gelagert sind. Die Planetenräder **35** greifen in eine erste Außenverzahnung eines Sonnenrades **37** bei, mit dem die Umlenkstufe **6** mit der Austriebsstufe **7** antriebsverbunden werden kann.

[0050] Innerhalb der Austriebsstufe **7** ist das Sonnenrad **37** über eine zweite Außenverzahnung mit Planetenrädern **38** in Eingriff, die drehbar auf der Austriebswelle **9** gelagert sind. Die Planetenräder **38** umgeben in der Austriebsstufe **7** innere Planetenräder **39**, die ebenfalls drehbar auf der Austriebswelle **9** gelagert und in Eingriff mit ihnen sind. Die über den Umfang der Austriebsstufe **7** verteilt angeordneten inneren Planetenräder **39** sind in Eingriff mit der Zwischenwelle **17**, welche sie umgeben.

[0051] Im Folgenden wird das Getriebe erläutert, wenn die Austriebswelle **9** stillsteht und die Eintriebs-

welle **8** eine Rechtsdrehung ausführt. Die Eintriebswelle **8** dreht dann rechts, was zur Folge hat, dass auch die Planetenräder **16** und das Hohlrad **12** rechts drehen. Das Hohlrad **12** bildet ein Regelelement des Getriebes. Auch die Planetenräder **19** führen eine Rechtsdrehung aus. Dies hat zur Folge, dass das Sonnenrad **21** links dreht. Dementsprechend werden die mit ihm in Eingriff befindlichen Planetenräder **22** rechts gedreht. Die mit ihnen in Eingriff befindlichen Planetenräder **25** drehen dementsprechend links. Der Koppelsteg **24**, der ein Koppellement des Getriebes bildet, dreht dementsprechend links. Dies hat zur Folge, dass die mit dem Koppelsteg **24** kämmenden inneren Planetenräder **27** rechts und die äußeren Planetenräder **29** links drehen. Der mit den inneren Planetenrädern **27** kämmende Stützsteg **30** dreht entsprechend rechts. Die auf ihm gelagerten inneren Planetenräder **32** drehen somit ebenfalls rechts, während die mit ihnen kämmenden äußeren Planetenräder **31** links drehen. Das Hohlrad **34** steht fest, so dass auch die Planetenräder **35**, das Sonnenrad **37** sowie die Planetenräder **38** und **39** still stehen. Dementsprechend dreht auch die Austriebswelle **9** nicht. Die Zwischenwelle **17**, die in Eingriff ist mit den Planetenrädern **16** der Eintriebsstufe **1** und den inneren Planetenrädern **39** der Austriebsstufe **7**, steht ebenfalls still.

[0052] Im Folgenden werden die Drehrichtungen der einzelnen Getriebeelemente erläutert, wenn die Eintriebswelle **8** und die Austriebswelle **9** jeweils rechts drehen. Die Planetenräder **16** drehen weiterhin rechts, während das Hohlrad **12** mit verminderter Geschwindigkeit rechts gedreht wird. Dies hat zur Folge, dass die mit dem Hohlrad **12** kämmenden Planetenräder **19** ebenfalls vermindert rechts drehen. Das mit ihnen in Eingriff befindliche Sonnenrad **21** dreht dementsprechend mit verminderter Geschwindigkeit links. Die inneren Planetenräder **22** drehen mit verminderter Geschwindigkeit rechts und die äußeren Planetenräder **25** mit verminderter Geschwindigkeit links. Im Unterschied zu dem zuvor beschriebenen Zustand, bei dem die Austriebswelle **9** steht, steht nunmehr der Koppelsteg **24**. Dies hat zur Folge, dass die mit dem Koppelsteg **24** kämmenden Planetenräder **27** und dementsprechend die äußeren, mit ihnen in Eingriff befindlichen Planetenräder **30** ebenfalls stillstehen. Auch der mit den äußeren Planetenrädern **29** in Eingriff befindliche Stützsteg **30** steht dementsprechend still.

[0053] Da die Eintriebswelle **8** rechts dreht, werden die in Eingriff mit ihr befindlichen Planetenräder **31** der Stützstufe **5** links gedreht. Die mit ihnen in Eingriff befindlichen Planetenräder **32** werden dementsprechend rechts gedreht. Das mit den Planetenrädern **32** in Eingriff befindliche Hohlrad **34** wird linksdrehend angetrieben. Die mit ihm in Eingriff befindlichen Planetenräder **35** drehen entsprechend links. Das Sonnenrad **37** wird dementsprechend rechts drehend an-

getrieben. Die Zwischenwelle **17** ist rechtsdrehend, so dass auch die mit ihr in Eingriff befindlichen Planetenräder **39** und die mit diesen in Eingriff stehenden Planetenräder **38** relativ zum Sonnenrad **37** und zur Zwischenwelle **17** stehen. Die Ansteuerung der verschiedenen Getriebeelemente für die beschriebenen Betriebszustände wird weiter unten beispielhaft näher erläutert.

[0054] Anhand von **Fig. 3** werden noch die Momentenrichtungen erläutert, die beim Betrieb des Getriebes auftreten. Das Mindestübersetzungsverhältnis i_{\min} zwischen Eintriebswelle **8** und Austriebswelle **9** wird beispielhaft als 1:2 und das maximale Übersetzungsverhältnis i_{\max} von Eintriebswelle **8** zu Austriebswelle **9** mit ∞ angenommen. Es wird davon ausgegangen, dass die Eintriebswelle **8** rechts dreht. Dann tritt an ihr das rechts wirkende Antriebsmoment AM auf. An den Planetenrädern **16**, am Hohlrad **12** sowie an den Planetenrädern **19** treten jeweils rechtswirkende Koppelmomente KM auf. Auch am Sonnenrad **21** liegt das linkswirkende Koppelmoment KM an. Auch an den Planetenrädern **25** liegt ein linkswirkendes Koppelmoment KM an, während an den inneren Planetenrädern **22** ein rechtswirkendes Koppelmoment KM wirkt. Dementsprechend tritt an den Planetenrädern **27** ein rechtswirkendes Stützmoment SM und an den äußeren Planetenrädern **29** ein linkswirkendes Stützmoment SM auf.

[0055] Am Stützsteg **30** und an den an ihm gelagerten äußeren Planetenrädern **31** tritt jeweils ein rechtswirkendes Stützmoment SM auf. Dementsprechend ist an den inneren Planetenrädern **32** ein linkswirkendes Stützmoment SM vorhanden.

[0056] Das Hohlrad **34** sowie die Planetenräder **35** und **38** haben jeweils ein rechtswirkendes Stützmoment SM. Dementsprechend wirkt am Sonnenrad **37** sowie an den Planetenrädern **39** ein linkes Stützmoment SM. An der Austriebswelle **9** tritt das linke Haltemoment HM auf.

[0057] A1 + A2 + A3 ergeben die Momentadditionspunkte. Der Punkt A1 wird durch den Eingriff der äußeren Planetenräder **25** in die Eintriebswelle **8**, der Punkt A2 durch den Eingriff der Planetenräder **31** in die Eintriebswelle **8** und der Punkt A3 durch den Eingriffsbereich zwischen der Zwischenwelle **17**, an der ein linkswirkendes aktives Moment auftritt, und den Planetenrädern **39** gebildet. Durch den Eingriff des Sonnenrades **21** mit den inneren Planetenrädern **22** wird das Stützmoment auf den Koppelsteg **24** ausgelöst. Dieser Eingriffsbereich ist mit ASM1 bezeichnet. Der Eingriffsbereich A1 zwischen der Eintriebswelle **8** und den Planetenrädern **25** trägt ebenfalls zur Auslösung des Stützmomentes SM auf den Koppelsteg **24** bei.

[0058] Am Eingriffsbereich zwischen dem Hohlrad **34** und den inneren Planetenrädern **32** erfolgt die Auslösung des Stützmomentes SM auf das Hohlrad **34**. Der Eingriffsbereich A2 zwischen der Eintriebswelle **8** und den äußeren Planetenrädern **31** trägt ebenfalls zur Auslösung des Stützmomentes SM auf das Hohlrad **34** bei.

[0059] In der Umkehrstufe **2** beträgt das Übersetzungsverhältnis von Hohlrad **12**: Sonnenrad **21** = 1:1,5, während dieses Übersetzungsverhältnis in der Umlenkstufe **6** 1:2 beträgt.

[0060] **Fig. 6** zeigt die Eintriebsstufe **1** des Getriebes gemäß **Fig. 1**. Die Eintriebsstufe **1** ist als Planetensatz ausgebildet und hat das Hohlrad **12** als Regelement, das mit den Planetenrädern **16** in Eingriff ist. Sie sitzen drehbar im Steg **40**, der Teil der Eintriebswelle **8** ist. Mit den Planetenrädern **16** ist die Zwischenwelle **17** in Eingriff, die das Sonnenrad des Planetensatzes **13** bildet. Steht das Sonnenrad **17** still und dreht der Steg **40** als Teil der Eintriebswelle **8** rechts, dann kämmen die Planetenräder **16** rechtsdrehend am stehenden Sonnenrad **17** ab und nehmen dadurch das mit ihnen kämmende Hohlrad **12** rechtsdrehend mit.

[0061] Liegt am Sonnenrad **17** ein linksdrehend wirkendes Haltemoment HM an und wird am Steg **40** ein rechtsdrehendes Aktionsmoment AM eingeleitet, liegt am Hohlrad **12** entsprechend dem Planetensatzübersetzungsverhältnis ein rechtsdrehendes Drehmoment an.

[0062] Die Umkehrstufe **2** ist ähnlich einem Planetensatz ausgebildet und hat die gehäusefesten Planetenradträger **20** als Stege. Auf ihnen sitzen die Planetenräder **19**, die mit dem Sonnenrad **21** kämmen. Außerdem sind die Planetenräder **19** in Eingriff mit dem sie umgebenden Hohlrad **12**. Dreht das Hohlrad **12** rechts, dann treibt es die mit ihnen kämmenden Planetenräder **19** rechtsdrehend an. Das Sonnenrad **21**, das mit den Planetenrädern **19** in Eingriff ist, wird dann linksdrehend angetrieben.

[0063] Liegt am Hohlrad **12** ein rechtsdrehendes Moment an, dann liegen an den Planetenrädern **19** ebenfalls rechtsdrehende Momente und am Sonnenrad **21** ein linksdrehendes Moment an. Dieses entspricht dem Planetensatzübersetzungsverhältnis zwischen dem Hohlrad **12** und dem stehenden Sonnenrad **21**.

[0064] Die Koppelstufe **3** (**Fig. 8**) ist als Umlaufgetriebe ausgebildet. Es hat den Koppelsteg **24**, die äußeren Planetenräder **25**, die inneren Planetenräder **22**, die Eintriebswelle **8** sowie das Sonnenrad **21**. Dreht das Sonnenrad **21** links, treibt es die Planetenräder **22** rechtsdrehend an, wodurch die mit ihnen kämmenden äußeren Planetenräder **25** linksdrehend

angetrieben werden. Sie kämmen auf dem rechtsdrehenden Sonnenrad **41** als Teil der Eintriebswelle **8**.

[0065] Bei einem Übersetzungsverhältnis von Sonnenrad **41** zu Sonnenrad **21** von 1:1 und einem sich schneller linksdrehenden Sonnenrad **21** wird der Koppelsteg **24** in eine linksdrehende Bewegung versetzt.

[0066] Das linksdrehende Drehmoment des Sonnenrades **21** gibt an die Planetenräder **22** ein rechtsdrehendes und diese an die Planetenräder **25** ein linksdrehendes Drehmoment weiter. Dieses linksdrehende Drehmoment bewirkt am Sonnenrad **41** ein rechtsdrehendes Drehmoment. Als Reaktions- oder Stützmoment tritt am Koppelsteg **24** ein linksdrehendes Stützmoment SM auf. Wird diesem Stützmoment SM entsprochen, addiert sich das an den Planetenrädern **25** vorhandene Drehmoment zum Eintriebsdrehmoment.

[0067] Die Koppelschwinge **4** (Fig. 9) ist wie ein Umlaufgetriebe mit dem feststehenden, gehäusefesten Steg **42** aufgebaut und arbeitet als ein Drehrichtungs-Umkehrgetriebe. Der Koppelsteg **24** dient als erstes Sonnenrad, das mit den Planetenrädern **27** kämmt, die ihrerseits in Eingriff sind mit den Planetenrädern **29**. Der Stützsteg **30** wirkt als zweites Sonnenrad.

[0068] Der linksdrehende Koppelsteg **24** versetzt die Planetenräder **27** in eine rechtsdrehende Bewegung. Dadurch werden die Planetenräder **29** in eine linksdrehende Bewegung versetzt. Der mit den Planetenrädern **29** in Eingriff befindliche Stützsteg **30** wird dementsprechend rechtsdrehend angetrieben. Bei einem Übersetzungsverhältnis von Koppelsteg **24** zu Stützsteg **30** von 1:1 erzeugt der linksdrehend eintreibende Koppelsteg **24** die gleiche Drehzahl rechtsdrehend am Stützsteg **30**. Das linksdrehend wirkende Stützmoment SM des Koppelsteges **24** wird in ein rechtsdrehend wirkendes Stützmoment SM am Stützsteg **30** gewandelt.

[0069] Die Stützstufe **5** (Fig. 10) ist als Umlaufgetriebe ausgebildet. Die Stützstufe **5** hat den Stützsteg **30**, die Planetenräder **31**, **32** sowie das Hohlrad **34**. Der rechtsdrehende, gegenüber dem Eintrieb langsamer drehende Stützsteg **30** versetzt die Planetenräder **31** in eine linksdrehende Bewegung, durch welche die Planetenräder **32** in eine rechtsdrehende Bewegung versetzt werden. Das mit den Planetenrädern **32** kämmende Hohlrad **34** wird rechtsdrehend angetrieben.

[0070] Das am Stützsteg **30** anliegende, rechtsdrehend wirkende Stützmoment SM wird an den Planetenrädern **31** in ein linksdrehend wirkendes und an den Planetenrädern **32** in ein rechtsdrehend wirkendes Stützmoment SM umgewandelt.

[0071] Die Umlenkstufe **6** gemäß Fig. 11 ist wie ein Planetensatz mit einem feststehenden Steg **43** ausgebildet. Die Umlenkstufe **6** hat das Hohlrad **34**, die Planetenräder **35** sowie das als Umlenksonnenrad wirkende Sonnenrad **37**. Das rechtsdrehende Hohlrad **34** treibt die Planetenräder **35** rechtsdrehend an, wodurch das Sonnenrad **37** linksdrehend angetrieben wird.

[0072] Das rechtsdrehend wirksame Stützmoment SM des Hohlrades **34** wird als linksdrehend wirksames Stützmoment SM am Sonnenrad **37** umgewandelt.

[0073] Die Austriebsstufe **7** gemäß Fig. 12 ist als Umlaufgetriebe ausgebildet. Es hat das als Umlenksonne wirkende Sonnenrad **37**, die Planetenräder **38**, **39** die Zwischenwelle **17** und die Austriebswelle **9**.

[0074] Das Sonnenrad **37** und die Zwischenwelle **17** drehen rechts mit der gleichen Drehzahl. Die Planetenräder **38**, **39** sind in Eingriff mit dem Sonnenrad **37** sowie den Planetenrädern **39**. Somit wird die Austriebswelle **9** auf die gleiche Drehzahl gebracht wie die Zwischenwelle **17**.

[0075] Das linksdrehend wirksame Stützmoment SM des Sonnenrades **37** wirkt auf die Planetenräder **38**, die dementsprechend ein rechtsdrehend wirkendes Stützmoment SM erhalten. Die Planetenräder **39** erhalten dementsprechend ein linksdrehend wirksames Stützmoment SM. Die Austriebswelle **9** erhält somit ein rechtsdrehend wirksames Stützmoment.

[0076] Die beiden rechtsdrehenden Stützmomente SM in der Austriebsstufe **7**, das rechtsdrehend wirksame Stützmoment SM, das in der Stützstufe **5** erzeugt wird, und das rechtsdrehend wirksame aktive Drehmoment AM, das durch eine Addition aus aktivem Moment und Koppellement gebildet wird, ergeben zusammen das Austriebsmoment, das an der Austriebswelle **9** ansteht.

[0077] Fig. 4 zeigt eine zweite Ausführungsform des Getriebes. Dieses Getriebe hat die Eintriebsstufe **1**, die Umkehrstufe **2**, die Koppelstufe **3**, die Stützstufe **5** und die Austriebsstufe **7**. Die Eintriebswelle **8** ist in der Gehäusewand **11** des Gehäuses **10** drehbar gelagert. Mit der Eintriebswelle **8** kämmen Planetenräder **44**, die drehbar an einem Koppellement **45** gelagert sind. Die Planetenräder **44** kämmen mit Planetenrädern **46**, die ebenfalls drehbar am Koppellement **45** gelagert sind und die Planetenräder **44** umgeben.

[0078] Das Koppellement **45** ist in Eingriff mit einer Welle **47**, die drehbar im Gehäuse **10** gelagert ist und parallel zur Eintriebswelle **8** liegt.

[0079] Die Planetenräder **46** kämmen mit einem Sonnenrad **48**, das die Eintriebswelle **8** umgibt. Mit

dem Sonnenrad **48** sind innere Planetenräder **49** in der Koppelstufe **3** in Eingriff, die auf gehäusefesten Stegen **50** drehbar gelagert sind. Die Planetenräder **49** sind in Eingriff mit äußeren Planetenrädern **51**, die auf weiteren gehäusefesten Stegen **52** drehbar gelagert sind. Die äußeren Planetenräder **51** kämmen mit einem als Schwinge ausgebildeten Koppel-element **53**, auf dem äußere Planetenräder **54** drehbar gelagert sind. Sie kämmen mit inneren Planetenrädern **55**, die drehbar am Koppel-element **53** gelagert und in Eingriff mit der Eintriebswelle **8** sind.

[0080] Die äußeren Planetenräder **54** sind außerdem in Eingriff mit einer Zwischenwelle **56**, die ihrerseits in Eingriff mit inneren Planetenrädern **57** in der Austriebsstufe ist. Die Planetenräder **57** kämmen mit äußeren Planetenrädern **58**, die drehbar auf der Austriebswelle **9** gelagert sind. Außerdem kämmen die äußeren Planetenräder **58** mit einem Sonnenrad **59**, das in der Stützstufe **5** über Planetenräder **60** mit der Welle **47** antriebsverbunden ist. Die Planetenräder **60** sind drehbar auf gehäusefesten Stegen **61** gelagert.

[0081] Die Austriebswelle **9** ist wie bei der vorigen Ausführungsform in der Gehäusewand drehbar gelagert.

[0082] Im Folgenden werden beispielhaft die Drehrichtungen der Getriebeelemente erläutert, wenn die Eintriebswelle **8** rechts angetrieben wird und die Austriebswelle **9** stillsteht. Die rechtsdrehende Eintriebswelle **8** treibt die Planetenräder **44** links an. Die äußeren Planetenräder **46** drehen dadurch rechts. Das Koppel-element **45** sowie die Welle **47** stehen still.

[0083] Das Sonnenrad **48** wird durch die Planetenräder **46** linksdrehend angetrieben. Dies hat zur Folge, dass die Planetenräder **49** rechtsdrehend angetrieben werden. Die mit ihnen in Eingriff befindlichen Planetenräder **51** drehen dementsprechend links. Das mit den Planetenrädern **51** in Eingriff befindliche Koppel-element **53** wird rechtsdrehend angetrieben.

[0084] Die mit der Eintriebswelle **8** kämmenden Planetenräder **55** werden linksdrehend angetrieben, wodurch die mit ihnen kämmenden Planetenräder **54** rechtsdrehend angetrieben werden.

[0085] Da die Welle **47** steht, stehen auch die Zwischenwelle **56**, die Planetenräder **60**, das Sonnenrad **59**, die Planetenräder **57** und **58** sowie die Austriebswelle **9**.

[0086] Das Koppel-element **45**, die Welle **47**, die Planetenräder **60**, das Sonnenrad **59** und die Planetenräder **57**, **58** bilden, da sie nicht drehen, somit ein Stützelement, an dem die Drehmomente abgestützt werden.

[0087] Im Folgenden werden die Drehrichtungen der Getriebeelemente beschrieben, wenn die Eintriebswelle rechtsdrehend angetrieben wird und die Austriebswelle **9** mit maximaler Drehzahl dreht. Durch die rechtsdrehende Eintriebswelle **8** werden die Planetenräder **44** linksdrehend angetrieben. Die Planetenräder **46** werden dementsprechend rechtsdrehend angetrieben. Das Koppel-element **45** wird rechtsdrehend mitgenommen. Die Welle **47** wird dementsprechend linksdrehend angetrieben, da sie in Eingriff mit dem rechtsdrehenden Koppel-element **45** ist. Die mit der Welle **47** in Eingriff befindlichen Planetenräder **60** werden dementsprechend rechtsdrehend angetrieben. Dies hat zur Folge, dass das Sonnenrad **59** linksdrehend angetrieben wird.

[0088] Das Sonnenrad **48** steht still. Dementsprechend stehen auch die Planetenräder **49**, **51** still. Das mit den Planetenrädern **51** in Eingriff befindliche Koppel-element **53** steht somit ebenfalls still. Die Planetenräder **54** drehen rechts, so dass die mit ihnen in Eingriff befindlichen inneren Planetenräder **55** links drehen. Die rechts drehenden Planetenräder **54** drehen die Zwischenwelle **56** links. Die Planetenräder **57**, **58** stehen relativ zur Zwischenwelle **56** und zum Sonnenrad **59** still, wodurch die Austriebswelle **9** linksdrehend angetrieben wird.

[0089] Anhand von [Fig. 5](#) werden beispielhaft Momentenrichtungen beschrieben, wenn beispielhaft die Eintriebswelle **8** rechtsdrehend angetrieben wird und die Austriebswelle **9** ein rechtsdrehendes Haltemoment aufweist.

[0090] An der Eintriebswelle **8** tritt das aktive Moment AM auf, das rechtsdrehend wirkt. Am Koppel-element **45** tritt das linksdrehend wirksame Stützmoment SM und an den Planetenrädern **46** das rechtsdrehend wirksame Koppelmoment KM auf. Dementsprechend tritt an den inneren Planetenrädern **44** das linksdrehend wirksame Koppelmoment KM auf.

[0091] Das Sonnenrad **48** erzeugt das linksdrehende Koppel-element KM, während an den mit ihm kämmenden Planetenrädern **49** ein rechtsdrehendes Koppelmoment auftritt. Dementsprechend tritt an den mit ihnen kämmenden äußeren Planetenrädern **51** ein linksdrehendes Koppelmoment KM auf. Das Koppel-element **53** und die Planetenräder **54** haben jeweils ein rechtsdrehend wirksames Koppelmoment KM, während die Planetenräder **55** ein linksdrehendes Koppelmoment KM aufweisen.

[0092] Die Welle **47** erzeugt ein rechtsdrehend wirksames Stützmoment SM. Die Planetenräder **60**, die mit der Welle **47** kämmen, erzeugen dementsprechend ein linksdrehend wirksames Stützmoment SM.

[0093] Die Zwischenwelle **56** erzeugt ein linksdrehend wirksames aktives Moment AM.

[0094] Am Sonnenrad **59** sowie an den Planetenrädern **57** wird jeweils ein rechtsdrehend wirksames Stützmoment SM erzeugt. Dementsprechend tritt an den mit den Planetenrädern **57** kämmenden äußeren Planetenrädern **58** ein linksdrehend wirksames Stützmoment SM auf. An der Austriebswelle **9** wird somit ein rechtsdrehend wirksames Haltemoment HM erzeugt.

[0095] Die Momentenbereiche A1, A2 und A3 bilden Momentadditionspunkte, die zum Gesamtdrehmoment beitragen. Der Momentbereich A1 wird am Eingriffsbereich zwischen der Eintriebswelle **8** und den Planetenrädern **44**, der Momentbereich A2 im Eingriffsbereich zwischen dem Sonnenrad **59** und den Planetenrädern **58** und der Momentbereich A3 am Eingriffsbereich zwischen der Zwischenwelle **56** und den Planetenrädern **57** gebildet.

[0096] Die Auslösung des Stützmomentes SM auf das Koppellement **45** erfolgt in den Bereichen A1 und ASM1. Der Bereich ASM1 wird durch den Eingriffsbereich zwischen dem Sonnenrad **48** und den Planetenrädern **46** gebildet.

[0097] An den Bereichen A2 und A3 erfolgt die Auslösung des Stützmomentes SM.

[0098] Die Eintriebsstufe **1** (**Fig. 13**) hat die äußeren Planetenräder **54**, die inneren Planetenräder **55**, die Zwischenwelle **56**, das Koppellement **53** und die Eintriebswelle **8**. Sie wirkt in der Eintriebsstufe **1** als Sonnenrad. Wenn es rechtsdrehend angetrieben wird, treibt es die Planetenräder **55** linksdrehend an. Die äußeren Planetenräder **54** werden dadurch rechtsdrehend angetrieben. Die Planetenräder **54** kämmen mit der Zwischenwelle **56** und versetzen dementsprechend das Koppellement **53** in eine rechtsdrehende Bewegung, wenn die Eingangswelle **8** schneller dreht als die Zwischenwelle **56**.

[0099] Liegt an der Eintriebswelle **8** ein rechtsdrehend wirksames Drehmoment an, werden die Planetenräder **55** ein linksdrehend und die Planetenräder **54** ein rechtsdrehend wirksames Drehmoment, wird auf die Zwischenwelle **56** ein linksdrehendes Drehmoment erzeugt. Liegt an der Zwischenwelle **56** ein rechtsdrehend wirksames Haltemoment an, dann wälzen sich die Planetenräder **54** an der als Sonnenrad wirkenden Außenverzahnung der Zwischenwelle **56** ab, wodurch das Koppellement **53** in eine rechtsdrehende Bewegung mit rechtsdrehend wirksamen Drehmoment versetzt wird.

[0100] Die Umkehrstufe **2** gemäß **Fig. 14** ist als Getriebe zur Drehrichtungsumkehr und Übersetzungsänderung ausgelegt. Es entspricht einem Umlaufgetriebe mit einem gehäusefesten Steg. Die Umkehrstufe **2** hat das Koppellement **53**, das als Eintriebs-

sonnenrad wirksam ist, die Planetenräder **49**, **51** und das Sonnenrad **48**.

[0101] Das rechtsdrehende Koppellement **53** treibt die Planetenräder **51** linksdrehend an, wodurch die mit ihnen in Eingriff befindlichen Planetenräder **49** rechtsdrehend angetrieben werden. Das Sonnenrad **48** wird von den Planetenrädern **49** entsprechend linksdrehend angetrieben.

[0102] Das rechtsdrehend wirksame Koppellement **53** wird durch die Umkehrstufe **2** zu einem linksdrehend wirksamen Koppellement am Sonnenrad **48** gewandelt.

[0103] Die Koppelstufe **3** gemäß **Fig. 15** ist als Umlaufgetriebe ausgebildet. Es hat das Sonnenrad **48**, die Planetenräder **44**, **46** sowie das Koppellement **45**.

[0104] Das linksdrehende Sonnenrad **48** treibt die Planetenräder **46** rechtsdrehend und diese die Planetenräder **44** linksdrehend an. Die Planetenräder **44** kämmen mit der Eintriebswelle **8**. Bei gleicher Drehzahl von linksdrehendem Sonnenrad **48** und rechtsdrehender Eintriebswelle **8** steht das Koppellement **45**. Dreht das Sonnenrad **48** mit geringerer Drehzahl als die Eintriebswelle **8**, wird das Koppellement **45** in eine rechtsdrehende Bewegung versetzt.

[0105] Das am Sonnenrad **48** anliegende, linksdrehend wirksame Koppelmoment erzeugt an den Planetenrädern **46** ein rechtsdrehend und an den Planetenrädern **44** ein linksdrehend wirksames Koppelmoment. Dieses linksdrehend wirksame Koppellement wird auf die Eintriebswelle **8** als rechtsdrehend wirksames Koppellement aufaddiert.

[0106] Die Eingriffsbereiche zwischen dem Sonnenrad **48** und den Planetenrädern **46** sowie zwischen den Planetenrädern **44** und der Eintriebswelle **8** erzeugen am Koppellement **45** ein linksdrehend wirksames Stützmoment. Ohne dieses Stützmoment wird das beschriebene Koppellement nicht auf die Eintriebswelle **8** aufaddiert.

[0107] Die Stützstufe **5** gemäß **Fig. 16** hat das Koppellement **45**, das in Eingriff mit der Welle **47** ist. An beiden Enden der Weile **47** befinden sich Verzahnungen/Zahnrad **62**, die mit dem Koppellement **45** und mit den Planetenrädern **60** in Eingriff sind. Über die Planetenräder **60** wird das Sonnenrad **59** angetrieben.

[0108] Das rechtsdrehende Koppellement **45** treibt die Welle **47** linksdrehend an. Die mit ihr in Eingriff befindlichen Planetenräder **60** werden entsprechend rechtsdrehend angetrieben. Dadurch wird das Sonnenrad **59** linksdrehend von den Planetenrädern **60** angetrieben.

[0109] Das am Sonnenrad **59** linksdrehend wirksame Stützmoment wird an der Welle **47** in ein rechtsdrehend wirksames, an den Planetenrädern **60** in ein linksdrehend und am Sonnenrad **59** in ein rechtsdrehend wirksames Stützmoment gewandelt.

[0110] Die Austriebsstufe **7** ist als Umlaufgetriebe ausgebildet und hat das Sonnenrad **59**, die Planetenräder **57**, **58**, die Zwischenwelle **56** und die Austriebswelle **9**.

[0111] Das linksdrehende Sonnenrad **56** und die linksdrehende Zwischenwelle **59** drehen mit gleicher Drehzahl. Steht eines dieser beiden Getriebeelemente, steht auch das jeweils andere Getriebeelement. Die Planetenräder **57**, **58** drehen relativ zueinander sowie zum Sonnenrad **59** und zur Zwischenwelle **56**. Dies hat zur Folge, dass die Austriebswelle **9** stets die gleiche Drehzahl hat wie das Sonnenrad **59** und die Zwischenwelle **56**.

[0112] Das linksdrehende Sonnenrad **59** wirkt auf die Planetenräder **58** und die linksdrehende Zwischenwelle **56** auf die Planetenräder **57**. Die Planetenräder **57**, **58** sind miteinander in Eingriff und jeweils drehbar an den Stegen **64**, **65** der Austriebswelle **9** gelagert. Die Planetenräder **57**, **58** drehen zwar um ihre jeweiligen Achsen, sind aber relativ zueinander ortsfest angebracht, so dass sie die Austriebswelle **9** in der gleichen, linksdrehenden Richtung antreiben.

[0113] Das rechtsdrehend wirksame Stützmoment des Sonnenrades **59** wirkt auf die Planetenräder **58** und erzeugt an ihnen ein rechtsdrehend wirksames Stützmoment. Es wirkt auf die Planetenräder **57** und erzeugt dort ein rechtsdrehend wirksames Stützmoment. Durch die Planetenräder **57** wird an der Zwischenwelle **56** ein linksdrehend wirksames Stützmoment erzeugt.

[0114] An der Zwischenwelle **56** liegt das linksdrehend wirksame aktive Moment an, zu dem das von den Planetenrädern **57** erzeugte linksdrehend wirksame Stützmoment addiert wird. Die beiden summierten Momente liegen dann an der linksdrehenden Austriebswelle **9** als linksdrehend wirksames Moment an.

[0115] Die beiden Getriebe gemäß den **Fig. 1** und **Fig. 4** haben die gleichen Funktionselemente in Form der Eintriebswelle **8**, des Regelelementes **12**, **53**, der Zwischenwelle **17**, **56**, des Koppellementes **24**, **45**, des Stützelementes **30**; **45**, **47** und der Austriebswelle **9**. Das Regelelement **12**, **53** ist zwischen der Eintriebswelle **8** und der Zwischenwelle **17**, **56** angeordnet und mit beiden Elementen in Eingriff. Mit dem Regelelement **12**, **53** wird die Drehzahl der Eintriebswelle **8** zur Weiterleitung an die Zwischenwelle **17**, **56** und die Austriebswelle **9** verändert. Bei gleichblei-

bender Drehzahl der Eintriebswelle **8** und stehender Austriebswelle **9** wird am Regelelement **12**, **53** die höchste Drehzahl für dieses Regelelement nach dem jeweiligen Übersetzungsverhältnis erzeugt. Eine Verringerung der Drehzahl des Regelelementes **12**, **43** hat eine Erhöhung der Drehzahl der Austriebswelle **9** zur Folge. Bei stehendem Regelelement **12**, **53** hat die Austriebswelle **9** ihre höchste Drehzahl erreicht.

[0116] Das Regelelement **12**, **53** ist durch das Koppellement **24**, **45** mit der Eintriebswelle **8** verbunden. Das Koppellement **24**, **45** selbst ist über das Stützelement **30**; **45**, **47** mit der Austriebswelle **9** verbunden, die ihrerseits mit der Zwischenwelle **17**, **56** antriebsverbunden ist.

[0117] Als Drehzahl führende Getriebeelemente dienen das Stützelement **30**; **45**, **47** und das Koppellement **24**, **45**. Ändert sich die Drehzahl der Austriebswelle **9**, ändert sich auch die Drehzahl des Regelelementes **12**, **53**.

[0118] Liegt an der Eintriebswelle **8** ein Drehmoment an, wird es über das Regelelement **12**, **53** an die Zwischenwelle **10**, **56** weitergegeben. Das am Regelelement **12**, **53** entstehende Drehmoment wird über das Koppellement **24**, **45** zum Drehmoment der Eintriebswelle **8** hinzugefügt. Um diese Momentenaddition aufrecht zu erhalten, wird das Koppellement **24**, **45** abgestützt. Hierzu dient das Stützelement **30**; **45**, **47**, das sich in der Austriebsstufe **7** an der Zwischenwelle **17**, **56** abstützt und mit ihm zusammen an der Austriebswelle **9** das Austriebsmoment erzeugt.

[0119] Das Getriebe ist ein Drehzahl- und Drehmomentwandler. Die dem Getriebe am Getriebeeingang zugeführte Eintriebsleistung wird, abzüglich der inneren Verluste, wie Reibleistung, als Austriebsleistung am Getriebeausgang zur Verfügung gestellt.

[0120] Beispielhaft wird eine Austriebsleistung von 1.000 W bei einer Austriebsdrehzahl von 1.000 U/min gefordert. Hieraus errechnet sich ein Austriebsdrehmoment $MA = (P \times 60)/(2 \times \pi \times n) = (1.000 \text{ W} \times 60)/(2 \times \pi \times 1.000 \text{ U/min}) = 9,54 \text{ Nm}$.

[0121] Die Eingangsdrehzahl soll beispielhaft 2.000 U/min betragen. Daraus errechnet sich das Eingangsmoment $ME = (P \times 60)/(2 \times \pi \times n) = (1.000 \text{ W} \times 60)/(2 \times \pi \times 2.000 \text{ U/min}) = 4,77 \text{ Nm}$. Dem Getriebe wird somit am Getriebeeingang ein Drehmoment von 4,77 Nm zugeführt. Das Drehmoment wird über die Verbindung der Eintriebswelle **8** über das Regelelement **12**, **53** an die Zwischenwelle **17**, **56** weitergegeben. Dadurch steht hier das Eintriebsdrehmoment an. Über das Koppellement **24**, **45** und das Stützelement **30**; **45**, **47** wird zum Drehmoment der Eintriebswelle **8** und des Stützelementes **30**; **45**, **47** so viel Drehmoment zugefügt, bis an der Austriebswelle **9** das geforderte Austriebsdrehmoment von 9,54 Nm

ansteht. Die Momentübersetzung folgt also der Getriebegesamtübersetzung.

[0122] Fig. 18 zeigt ein Beispiel, wie das Getriebe innerhalb eines Kraftfahrzeuges eingesetzt werden kann. Im Ausführungsbeispiel hat das Getriebe 66 eine Ausbildung entsprechend Fig. 4. Das Getriebe kann auch eine Ausbildung entsprechend Fig. 1 haben. Das Getriebe 66 ist mit einem Drehrichtungsgetriebe 67 kombiniert. Das Gesamtgetriebe 66, 67 wird hydraulisch angesteuert, wofür beispielhaft eine hydraulische Steuerung 68 beispielhaft angegeben ist.

[0123] Das Drehrichtungsgetriebe 67 (Fig. 19) hat eine Eintriebswelle 69, die innerhalb eines Gehäuses 70 in Eingriff mit Planetenrädern 71 ist, die mit äußeren Planetenrädern 72 kämmen, die drehbar auf einem Planetenradträger 73 gelagert sind. Er ist Teil einer Kupplung 74, die form- und/oder reibschlüssig arbeiten kann.

[0124] Im Gehäuse 70 ist weiter eine Bremse 75 untergebracht, die beispielhaft eine Lamellenbremse sein kann. Sie hat gehäusefest angeordnete Bremslamellen 76, zwischen die kupplungsseitige Bremslamellen 77 eingreifen. Sie sind fest mit dem Planetenradträger 73 verbunden.

[0125] Die Eintriebswelle 69 ist über einen Antrieb 78, der beispielhaft ein Ketten- oder Riementrieb sein kann, mit einer Ölpumpe 79 antriebsverbunden.

[0126] Mit Hilfe eines Wählhebels 80 können die Kupplung 74 und die Bremse 75 in noch zu beschreibender Weise betätigt werden.

[0127] Wird die aus dem Gehäuse 70 ragende Eintriebswelle 79 rechtsdrehend angetrieben, werden die mit ihr kämmenden Planetenräder 71 in eine linksdrehende Bewegung versetzt. Die mit ihnen kämmenden Planetenräder 72 drehen dementsprechend rechts. Die Planetenräder 72 sind in Eingriff mit einer Austriebswelle 81, die mit der Eintriebswelle 8 des Getriebes 66 verbunden, vorzugsweise einstückig mit ihr ausgebildet ist. Wenn die Austriebswelle 81 stillsteht, wälzen sich die Planetenräder 72 auf der Austriebswelle 81 ab. Dies hat zur Folge, dass der Planetenradträger 73 in eine rechtsdrehende Bewegung versetzt wird.

[0128] Die Kupplung 74 ist beispielhaft eine Lamellenkupplung und hat Kupplungslamellen 82, die drehfest mit dem Planetenradträger 73 verbunden sind, und eintriebswellenseitige Kupplungslamellen 83, die zwischen die Lamellen 82 ragen.

[0129] Wird der Wählhebel 80 in die Stellung D gebracht, dann wird die Kupplung 74 geschlossen, wodurch die Eintriebswelle 69 mit dem Planetenradträger 73 verbunden wird. Der Planetenradträger 73

dreht dann mit der gleichen Drehzahl wie die Eintriebswelle 69. Die Planetenräder 71, 72 bleiben relativ zur Eintriebswelle 69 stehen und nehmen damit die Austriebswelle 81 rechtsdrehend mit.

[0130] Wird der Wählhebel 80 in die Stellung R gebracht, dann wird die Bremse 75 geschlossen. Über die Bremslamellen 76, 77 wird der Planetenradträger 73 infolge der Bremswirkung fest mit dem stehenden Gehäuse 70 verbunden. Die rechtsdrehenden Planetenräder 72 treiben die Austriebswelle 81 dementsprechend linksdrehend an.

[0131] Wird der Wählhebel 80 wieder zurück in die Stellung „N“ gebracht, gibt er die Kupplung 74 und die Bremse 75 frei.

[0132] Das Drehrichtungsgetriebe 67 ist so ausgebildet, dass die Kupplung 74 und die Bremse 75 nicht gleichzeitig betätigt werden können.

[0133] Die Ölpumpe 79 wird über den Antrieb 78 von der Eintriebswelle 69 angetrieben.

[0134] Das Koppellement 53 des Getriebes 66 ist mit einem Leerlaufmotor 84 über einen Antrieb 85 verbunden, der beispielhaft ein endloser Ketten- oder Riementrieb sein kann. Der Leerlaufmotor 84 ist an ein Motorsteuerventil 86 angeschlossen, das durch den Wählhebel 80 betätigbar ist. In der in Fig. 23 dargestellten Neutralstellung „N“ sind die beiden Ölseiten des Leerlaufmotors 84 gegen den Tank 87 geöffnet. Wird der Wählhebel 80 in die Stellung „D“, was einer Vorwärtsfahrt des Fahrzeuges entspricht, verstellt, dann wird die entsprechende Ölseite des Leerlaufmotors 84 in noch zu beschreibender Weise mit Drucköl versorgt, während die abfließende Seite gegen den Tank 87 geöffnet wird. Wird umgekehrt der Wählhebel 80 in die Stellung „R“, was einer Rückwärtsfahrt des Kraftfahrzeuges entspricht, verstellt, wird die entsprechend andere Ölseite des Leerlaufmotors 84 mit Drucköl versorgt, während das Öl dann über die andere Seite des Leerlaufmotors 84 zurück in den Tank 87 fließt.

[0135] Wie die Fig. 18 und Fig. 24 zeigen, ist die Ölpumpe an ein Leerlauf-Regelventil 88 der Hydrauliksteuerung 68 angeschlossen. Das von der Ölpumpe 79 geförderte Öl wird über eine Leitung 89 der linken Seite des Kolbens des Regelventils 88 und über eine Leitung 90 der rechten Seite dieses Kolbens zugeführt. In der Leitung 90 sitzt eine Blende 91.

[0136] Das Leerlauf-Regelventil ist mit einem Druckregelventil 92 sowie einem Druckregelventil 93 verbunden, die Teil der Steuerung 68 sind. Das Motorsteuerventil 86 ist mit dem Druckregelventil 92 verbunden.

[0137] Befindet sich der anzutreibende Motor im Leerlauf, dann dreht die Eintriebswelle **69** des Drehrichtungsgetriebes **67** mit der Leerlaufdrehzahl. Über den Antrieb **78** wird die Ölpumpe **79** entsprechend angetrieben und fördert das Öl über die Leitung **89** in Richtung auf das Leerlauf-Regelventil **88**. Da vor der Blende **91** ein höherer Öldruck herrscht als hinter der Blende, werden die beiden Seiten des Kolbens des Regelventils **88** mit dem entsprechenden Druck beaufschlagt. Auf die rechte Kolbenseite wirkt außerdem die Kraft der Druckfeder **94**, mit der der Reaktionspunkt des Regelventils **88** eingestellt werden kann, bei welcher Kraft der Ventilkolben nach rechts verschoben wird.

[0138] Bei Leerlauf des Antriebes wird das von der Ölpumpe **79** geförderte Öl über die Leitung **90** und eine Leitung **95** dem Druckregelventil **92** zugeführt. Die an den anderen Anschluss des Leerlauf-Regelventils **88** angeschlossene Leitung **96**, die zum Druckregelventil **93** führt, bleibt geschlossen.

[0139] Nimmt die Drehzahl der Eintriebswelle **69** des Drehrichtungsgetriebes **67** zu, steigt auch die Drehzahl der Ölpumpe **79**, die entsprechend mehr Öl fördert. Dadurch steigt der in der Leitung **90** vor der Blende **91** entstehende Öldruck so stark an, dass der Ventilkolben gegen den Gegendruck nach rechts verschoben wird. Dadurch wird die Leitung **95** zum Druckregelventil **92** geschlossen und die Leitung **96** zum Druckregelventil **93** geöffnet.

[0140] Je nach Höhe der Federkraft ist ein höherer Öldruck erforderlich, um den Ventilkolben nach rechts zu verschieben. Ist die Druckfeder **94** stärker ausgelegt, strömt eine höhere Ölmenge durch das Leerlauf-Regelventil **88** zum Druckregelventil **92**.

[0141] Das Druckregelventil **92** wird in der beschriebenen Weise vom Leerlauf-Regelventil **88** mit Drucköl versorgt. Dieses Drucköl wird vom Druckregelventil **92** über eine Leitung **97** an das Motorsteuerventil **86** weitergeleitet.

[0142] Der Ventilkolben des Druckregelventils **92** wird auf der linken Seite mittels der Druckfeder **98** beaufschlagt. Auf der gegenüberliegenden Kolbenseite wirkt der in der Leitung **95** anstehende Öldruck. Steigt der Öldruck in der Leitung **95** entsprechend stark an, ist der auf die rechte Kolbenseite des Druckregelventils **92** wirkende Druck größer als der auf die linke Kolbenseite wirkende Gegendruck. Dann wird der Ventilkolben nach rechts verschoben. Dann wird die Leitung **97** geschlossen und eine Leitung **99** freigegeben, die in die Leitung **96** zum Druckregelventil **93** mündet. Somit gelangt das Drucköl zum Druckregelventil **93**. Mit der Druckfeder **98** wird somit der Funktionsdruck für den Leerlaufmotor **84** bestimmt, der an das Motorsteuerventil **86** angeschlossen ist.

[0143] Das Druckregelventil **93** regelt die Höhe des Schmierdruckes. Mit der entsprechenden Schmierölmenge werden die Lagerstellen und Funktionsteile des Getriebes geschmiert. Das Schmieröl gelangt in die Leitung **100**. Der Kolben des Druckregelventils **93** ist auf der rechten Seite durch die Druckfeder **101** belastet. Mit ihr lässt sich der Schmieröldruck einstellen, bei dem der Kolben des Druckregelventils **93** nach links verschoben wird, wodurch die Leitung **96** zum Tank **87** hin freigegeben wird.

[0144] Das Drehrichtungsgetriebe **67** ist vor dem Getriebe **66** vorgesehen. Der Verbrennungsmotor des Kraftfahrzeuges erzeugt bei Leerlaufdrehzahl nur soviel Drehmoment oder Leistung, dass die Grundfunktion des Motors erfüllt wird. Der Verbrennungsmotor kann eine geringe Leistung abgeben, wenn diese erforderlich ist. Diese Abgabe der Leistung führt beim Drehrichtungsgetriebe **67** dazu, dass das aus der Leistung resultierende Drehmoment entsprechend dem Gesamtübersetzungsverhältnis des Drehrichtungsgetriebes **67** erhöht wird. Dies hätte zur Folge, dass sich das Kraftfahrzeug bei Leerlaufdrehzahl in Bewegung setzen würde. Dies wird dadurch verhindert, dass das Leerlauf-Drehmoment nicht an die Austriebswelle **9** weitergeleitet wird. Liegt an der Eintriebswelle **69/8** ein rechtsdrehend wirkendes Drehmoment an, dann liegt bei stehender Austriebswelle **9** am Koppellement **53** ein rechtsdrehend wirksames Drehmoment an, wie anhand von [Fig. 4](#) erläutert worden ist. Wird dem Koppellement **53** ein rechtsdrehend wirksames zusätzliches Drehmoment zugeführt, werden das am Koppellement **53** entstehende Koppelmoment **KM** und das im Getriebe **66** gebildete Stützmoment **SM** aufgehoben, wie anhand von [Fig. 5](#) im Einzelnen erläutert worden ist. Durch das Aufheben von Koppelmoment **KM** und Stützmoment **SM** wird das durch den Eintrieb **69/8** eingeleitete Drehmoment beim Leerlauf des Verbrennungsmotors neutralisiert.

[0145] Dieses zusätzliche Drehmoment wird mit Hilfe des Leerlaufmotors **84** erzeugt. Im Leerlauf fördert die Ölpumpe **79** entsprechend der Leerlaufdrehzahl eine bestimmte Ölmenge, die über die Leitungen **89**, **90**, **95** durch das Leerlaufregelventil **88** und das Druckregelventil **92** über die Leitung **97** zum Motorsteuerventil **86** strömt. Steht der Wählhebel **80** in der Stellung „N“, dann strömt dieses Öl in Richtung Tank **87** ab. Steht der Wählhebel **80** in der Stellung „D“ oder „R“, dann strömt das Öl an die entsprechende Ölseite des Leerlaufmotors **84** und treibt ihn an. Der Öldruck wird solange erhöht, bis er den eingestellten Wert erreicht und das Druckregelventil **92** abregelt. Der Leerlaufmotor **84** erzeugt ein Drehmoment, das er über den Antrieb **85** an das Koppellement **53** des Getriebes **66** abgibt ([Fig. 18](#)).

[0146] Steigt die Drehzahl der Eintriebswelle **69/8** an, dann wird in der beschriebenen Weise der Öl-

druck in der Leitung **89** so weit erhöht, bis das Leerlauf-Regelventil **88** umschaltet. Dann wird die Verbindung zum Druckregelventil **92** geschlossen und zum Druckregelventil **93** geöffnet. Da das Druckregelventil **92** geschlossen ist, gelangt zum Motorsteuerventil **86** kein Drucköl mehr, wodurch der Leerlaufmotor **84** außer Funktion tritt und das Getriebe **66** in der beschriebenen Weise arbeitet.

[0147] Die Fig. 25 bis Fig. 27 zeigen eine Ausführungsform, bei der das Getriebe **66** und das Drehrichtungsgetriebe **67** über eine Trennkupplung **102** miteinander verbunden sind. Das Drehrichtungsgetriebe **67** ist gleich ausgebildet wie bei der vorigen Ausführungsform. Das Getriebe **66** entspricht der Ausführungsform gemäß Fig. 4. Die Ölpumpe **79** wird von der Eintriebswelle **69** in der beschriebenen Weise angetrieben. Sie ist über die Leitung **89** mit einem Druckregelventil **103** verbunden, mit dem die Trennkupplung **102** betätigt wird. Von der Leitung **89** zweigt eine Leitung **104** ab, über die das Drucköl der Trennkupplung **102** zugeführt werden kann, die aus ineinandergreifenden Kupplungslamellen **105**, **106** besteht. Die Kupplungslamellen **106** sind mit dem Koppellement **45** des Getriebes **66** verbunden, während die Kupplungslamellen **105** mit einem Zahnrad **107** verbunden sind, das mit der Welle **47** in Eingriff ist.

[0148] Das Druckregelventil **103** ist Teil der Hydrauliksteuerung **68** und mit dem Druckregelventil **93** für die Schmierölregelung verbunden.

[0149] Die Ölpumpe **79** fördert bei der Leerlaufdrehzahl der Eintriebswelle **69** einen Ölstrom, der über die Leitung **89** in Richtung auf die Regelventile **93**, **103** strömt. In der Leitung **89** befindet sich die Blende **91**, die zu einem höheren Druck des Öls vor der Blende als hinter ihr führt. Vor dem Druckregelventil **103** zweigt die Leitung **104** von der Leitung **89** ab.

[0150] Befindet sich der Wählhebel **80** in der Stellung „N“, dann wird dem Getriebe **66** keine Drehzahl und auch kein Drehmoment zugeführt, das heißt das Getriebe **66** steht still. Wird der Wählhebel **80** hingegen in die Stellung „D“ oder „R“ verstellt, erhält das Getriebe **66** eine der Drehzahl der Eintriebswelle **69** entsprechende Drehzahl. Dabei entsteht auch ein geringes Drehmoment, das in das Getriebe **66** eingeleitet wird, wodurch das Getriebe **66** seine Funktion aufnimmt.

[0151] Für eine Erhöhung des Drehmomentes ist es erforderlich, dass sich das Koppelmoment KM am Koppellement **45** als Stützmoment SM abstützen kann, wie anhand von Fig. 5 erläutert worden ist. Ist eine solche Abstützung des Koppelmomentes KM am Koppellement **45** nicht möglich, tritt auch keine Drehmomenterhöhung auf.

[0152] Die Weiterleitung des Stützmomentes SM vom Koppellement **45** über das Zahnrad **107** auf die Welle **47** ist nur bei geschlossener Trennkupplung **102** möglich. Dreht der Verbrennungsmotor nur mit geringerer Drehzahl und fördert dementsprechend die Ölpumpe **79** nur eine geringe Ölmenge, erfolgt keine Betätigung der Trennkupplung **102**, die dadurch geöffnet bleibt.

[0153] Erhöht sich die Drehzahl der Eintriebswelle **69**, nimmt auch die Pumpendrehzahl zu. Die Ölpumpe **79** fördert dementsprechend eine größere Ölmenge in die Leitung **89**. Dies führt dazu, dass vor der Blende **91** ein entsprechend hoher Staudruck entsteht. Dieser Staudruck wirkt über die Leitung **104** auf die Trennkupplung **102**, die durch diesen hohen Öldruck betätigt wird. Die Kupplungslamellen **105**, **106** werden gegeneinander gedrückt und damit die Trennkupplung **102** geschlossen. Dadurch werden das Zahnrad **107** und das Koppellement **45** drehfest miteinander verbunden, so dass eine drehmomentübertragende Verbindung zwischen dem Zahnrad **107** und dem Koppellement hergestellt wird. Dadurch wird der Lastpfad vom Koppelmoment KM zum Stützmoment SM geschlossen.

[0154] Das Druckregelventil **103** hat die Aufgabe, den maximalen Öldruck zu begrenzen. Der Kolben des Druckregelventils **103** wird durch die Druckfeder **108** nach links belastet. Dadurch ist die Verbindung des Druckregelventils **103** mit dem Druckregelventil **93** unterbrochen. Überschreitet der vom Drucköl in der Leitung **89** auf die linke Kolbenseite ausgeübte Öldruck den auf die rechte Kolbenseite ausgeübten Gegendruck, wird der Kolben des Druckregelventils **103** nach rechts verschoben. Dadurch wird die Leitung **96** vom Druckregelventil **103** zum Druckregelventil **93** geöffnet, so dass beim Öffnen des Druckregelventils **103** das Öl direkt zur Schmierung verwendet werden kann.

[0155] Das Druckregelventil **93** begrenzt wie bei der vorigen Ausführungsform den maximalen Schmierdruck. Er wirkt über die Leitung **96** auf die linke Kolbenseite des Druckregelventils **93**. Auf die rechte Kolbenseite wirkt die Kraft der Druckfeder **101**. Überschreitet der Druck in der Leitung **96** die Federkraft, wird der Kolben nach rechts verschoben, wodurch die Verbindung zum Tank **87** geöffnet wird und das Öl in den Tank **87** abströmen kann.

[0156] Sinkt die Drehzahl der Eintriebswelle **69** und damit die Drehzahl der Ölpumpe **79**, nimmt der Öldruck in der Leitung **89** wieder ab, so dass der Kolben des Druckregelventils **103** durch die Druckfeder **108** nach links verschoben wird. Aufgrund des geringen Öldruckes in der Leitung **89** wird auch der Betätigungsdruck für die Trennkupplung **102** unterschritten, so dass die Trennkupplung **102** geöffnet und damit die Drehmoment übertragende Verbindung zwi-

schen dem Koppellement **45** und dem Zahnrad **107** unterbrochen wird. Der Stützmoment-Lastpfad ist somit unterbrochen.

[0157] Im Übrigen arbeitet diese Anordnung gleich wie das vorige Ausführungsbeispiel.

Patentansprüche

1. Getriebe mit mindestens einem Eintriebsselement (**8**), das über Getriebeelemente mit wenigstens einem Austriebselement (**9**) antriebsverbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass eines der Getriebeelemente ein Regelement (**12, 53**) ist, mit dem die Drehzahl des Eintriebsselementes (**8**) zur Weiterleitung an das Austriebselement (**9**) derart veränderbar ist, dass die Drehzahl des Austriebselementes (**9**) erhöht wird, wenn die Drehzahl des Regelementes (**12, 53**) abnimmt.

2. Getriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Regelement (**12, 53**) über ein Koppellement (**24, 45**) mit dem Eintriebsselement (**8**) antriebsverbunden ist.

3. Getriebe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Koppellement (**24, 45**) über ein Stützelement (**30; 45, 47**) mit dem Austriebselement (**9**) antriebsverbunden ist.

4. Getriebe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass sich das Stützelement (**30; 45, 47**) zur Abstützung des Koppellementes (**24, 45**) an einer Zwischenwelle (**17, 56**) abstützt, die zusammen mit dem Stützelement (**30; 45, 47**) das Austriebsmoment erzeugt.

5. Getriebe nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Stützelement (**30; 45, 47**) Teil einer Stützstufe (**5**) ist, die als Umlaufgetriebe ausgebildet ist.

6. Getriebe nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Koppellement (**24, 45**) Teil einer Koppelstufe (**3**) ist, die als Umlaufgetriebe ausgebildet ist.

7. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Getriebe eine Koppelschwinge (**4**) aufweist, die als Umlaufgetriebe ausgebildet ist und ein Drehrichtungs-Umkehrgetriebe bildet.

8. Getriebe nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Koppelschwinge (**4**) einen Planetenradträger (**28**) aufweist, auf dem Planetenräder (**27**) gelagert sind, in die das Koppellement (**24**) eingreift.

9. Getriebe nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Stützelement (**45, 47**) durch ein Koppellement (**45**) und einer mit ihm in Eingriff befindlichen Welle (**47**) gebildet ist, die mit dem Austriebselement (**9**) über ein Zwischengetriebe (**60, 59, 58**) antriebsverbunden ist.

10. Getriebe nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Zwischengetriebe (**60, 59, 58**) ein Umlaufgetriebe ist.

11. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Getriebe (**66**) an eine Hydrauliksteuerung (**68**) angeschlossen ist.

12. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Getriebe (**66**) an ein Drehrichtungsgetriebe (**67**) angeschlossen ist, an dessen Ausgang das Eintriebsselement (**8**) des Getriebes (**66**) angeschlossen ist.

13. Getriebe nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Drehrichtungsgetriebe (**67**) über eine Ölpumpe (**79**) ein Leerlauf-Regelventil (**88**) steuert, das in Abhängigkeit von der Drehzahl einer Eintriebswelle (**69**) des Drehrichtungsgetriebes (**67**) eine Schmiermittelversorgung des Motors sicherstellt.

14. Getriebe nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Leerlauf-Regelventil (**88**) ein Regelventil (**93**) für die Schmiermittelversorgung steuert.

Es folgen 20 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

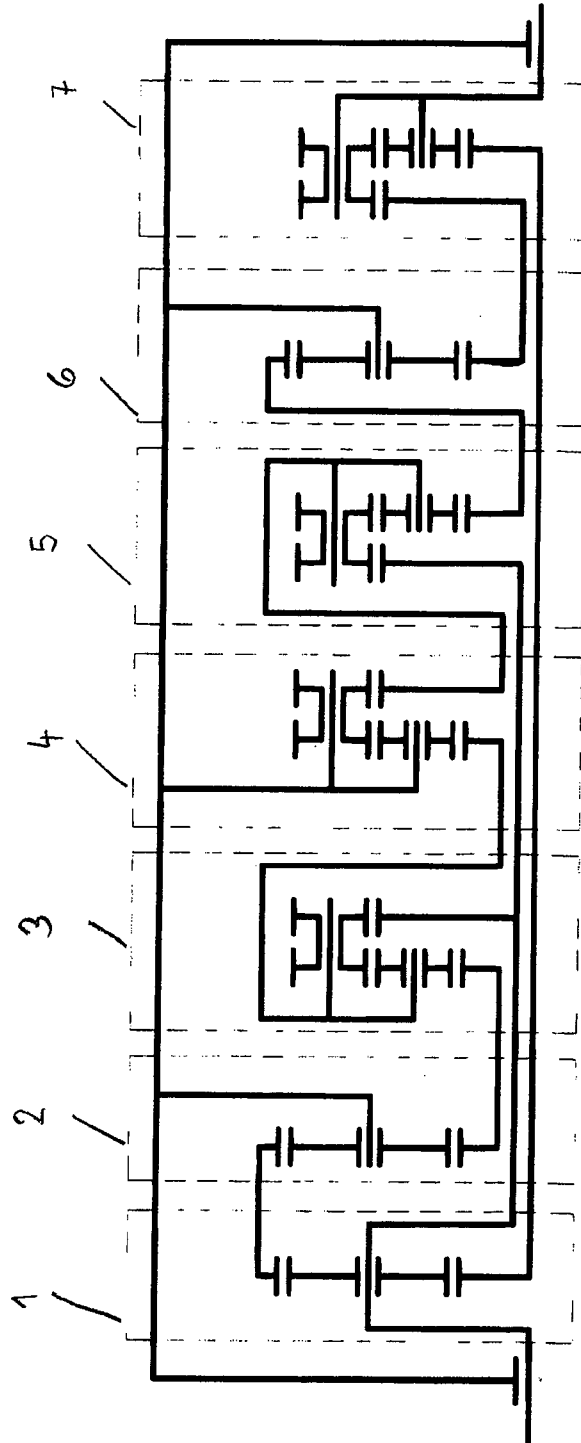


Fig. 1

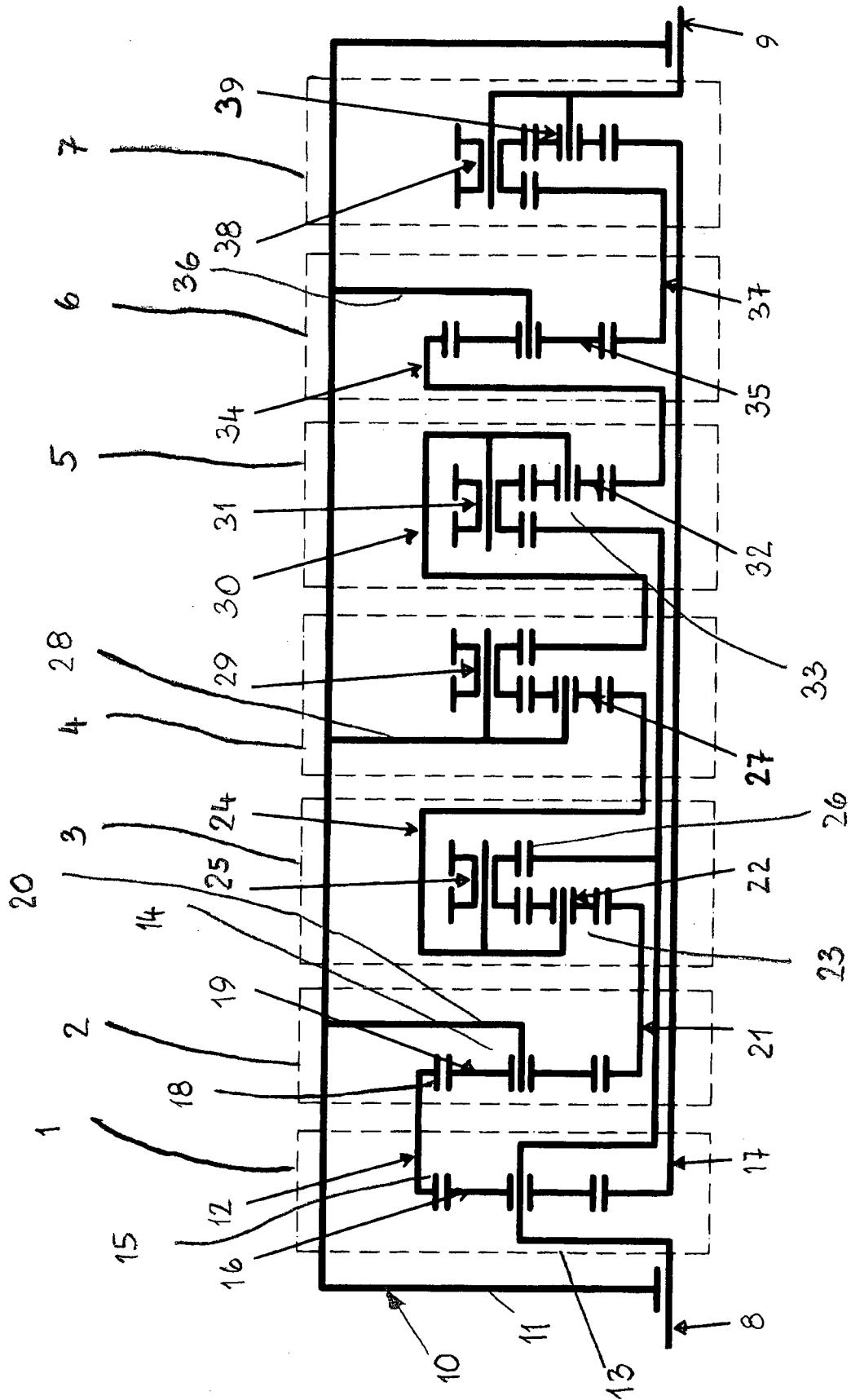


Fig. 2

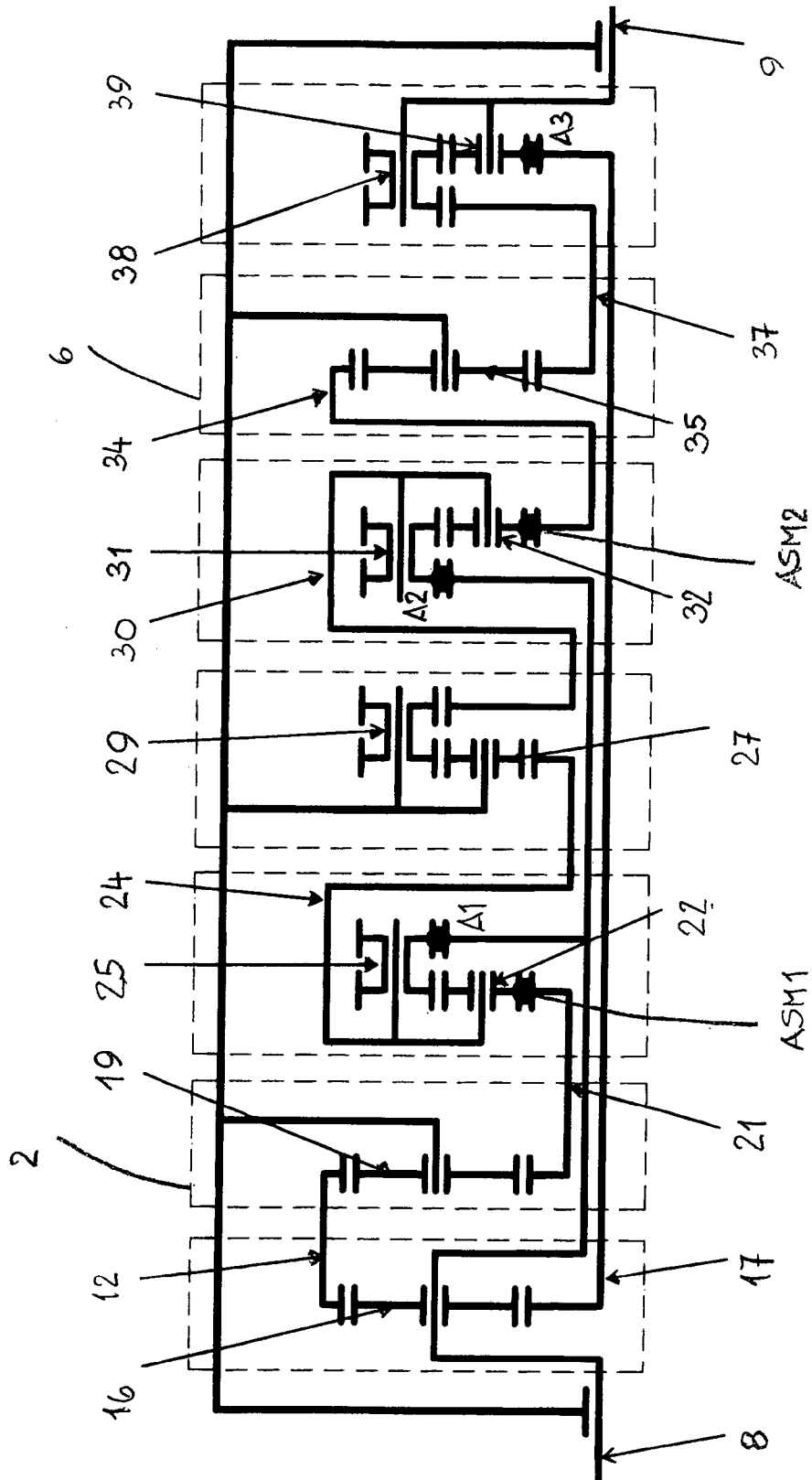


Fig. 3

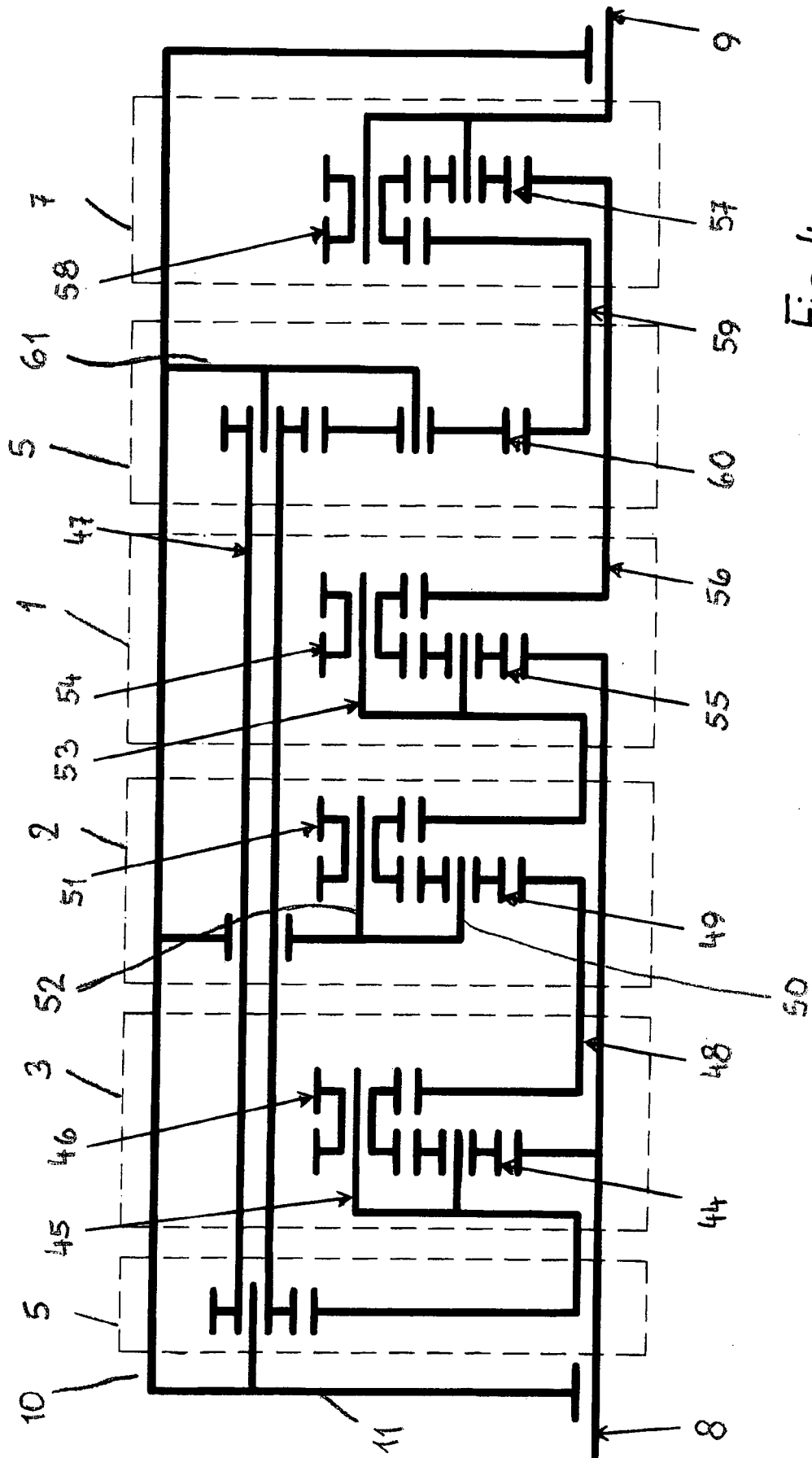


Fig. 4

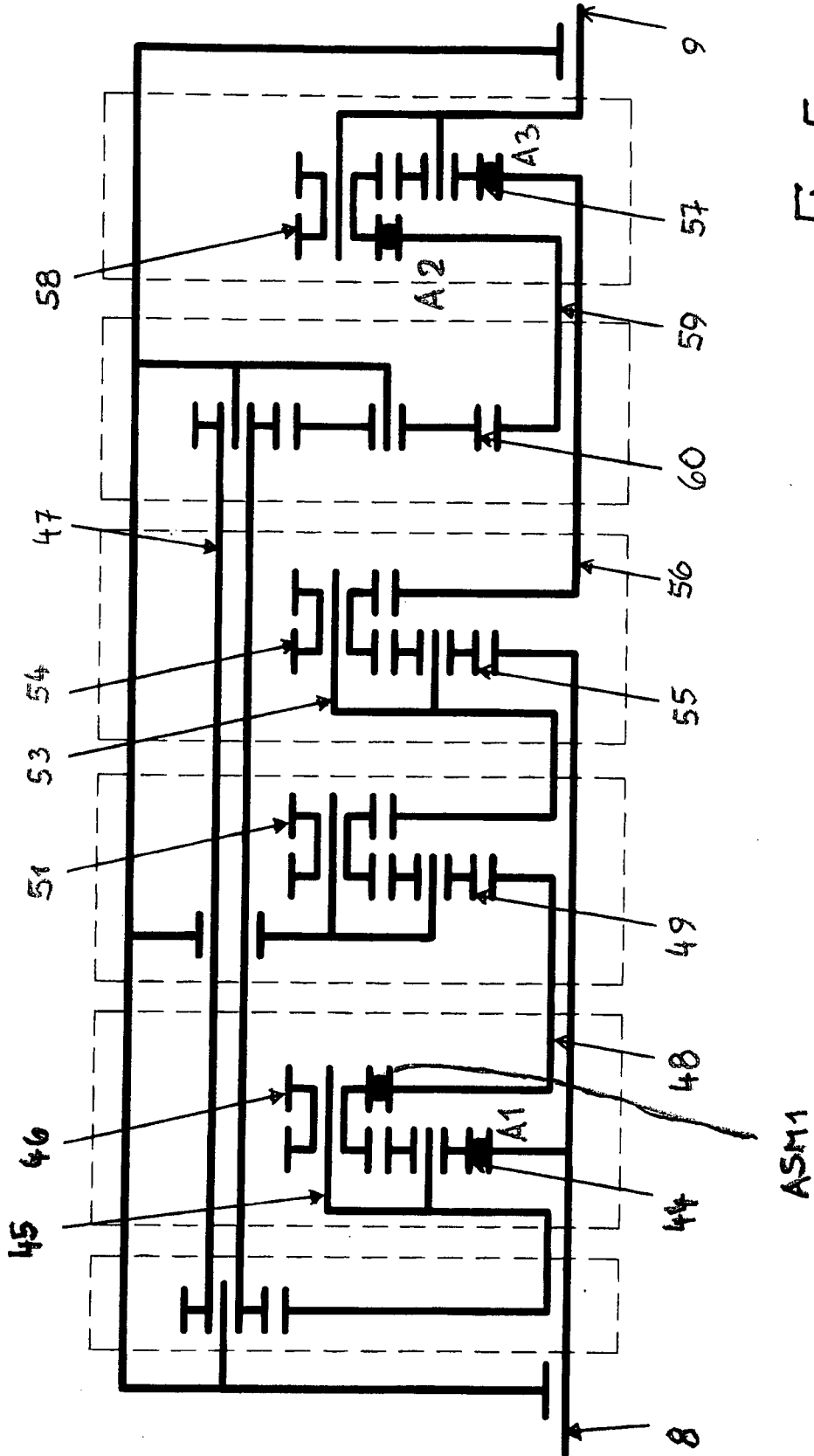


Fig.5

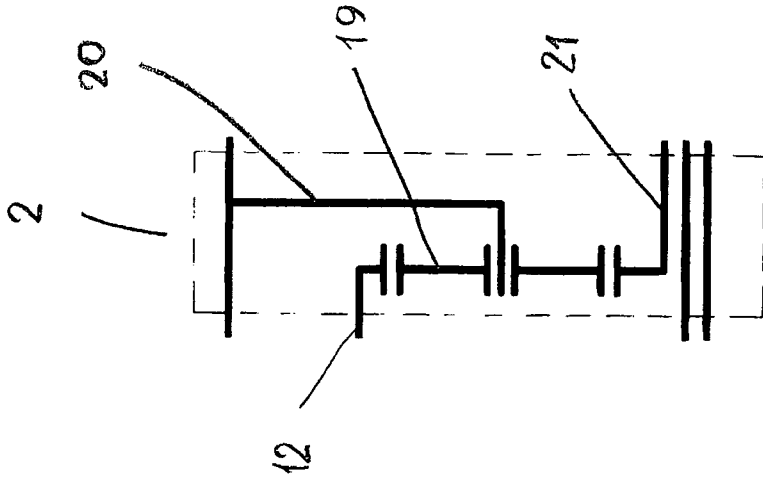


Fig. 7

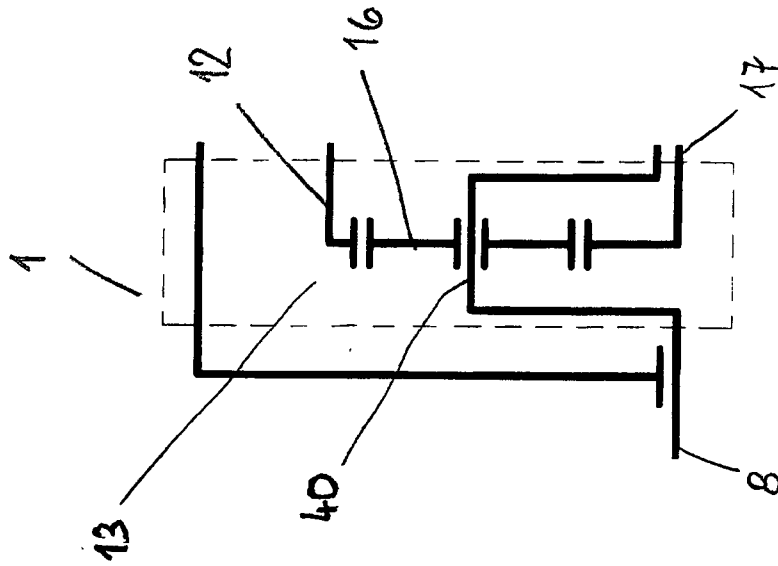


Fig. 6

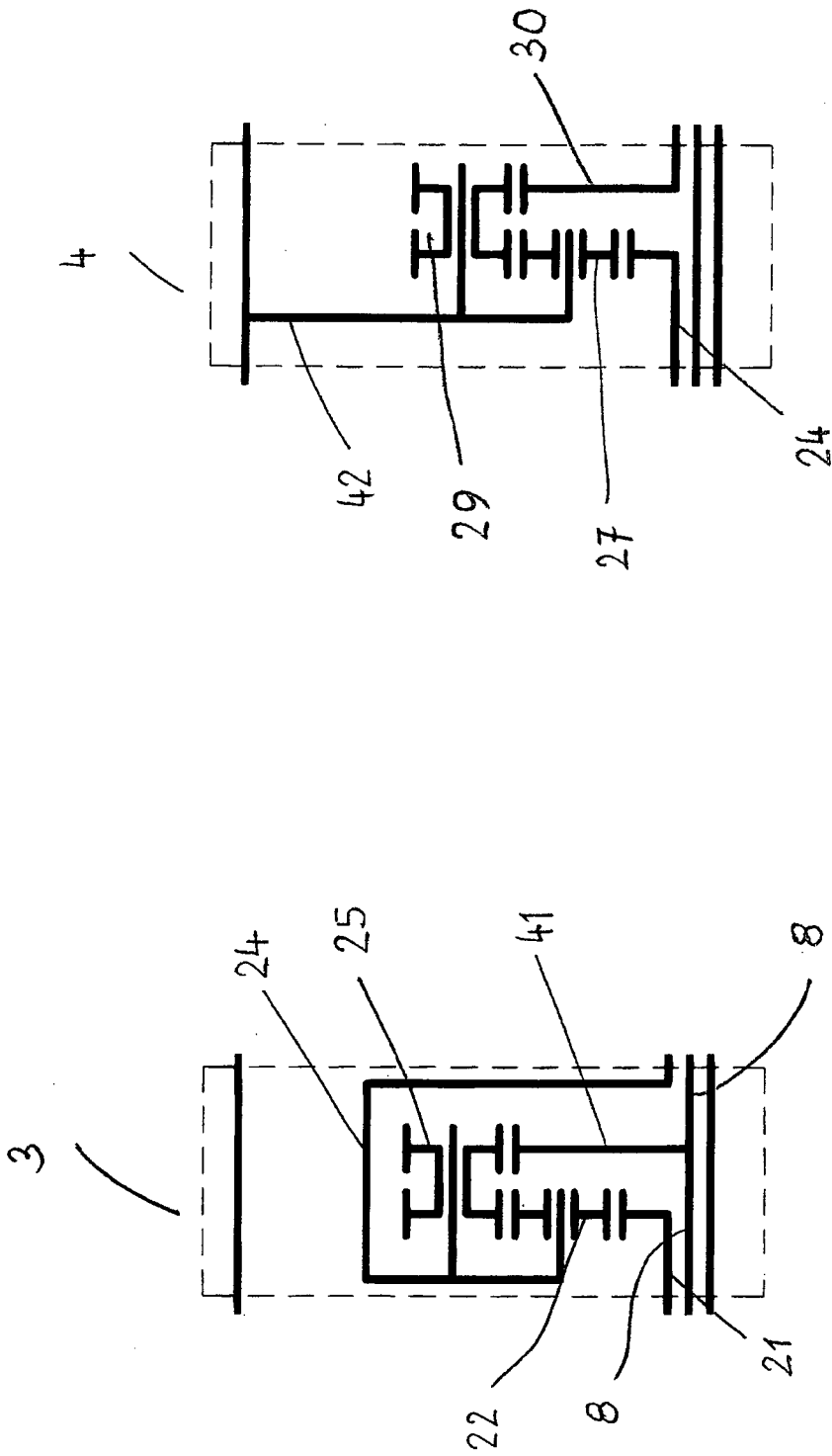


Fig. 9

Fig. 8

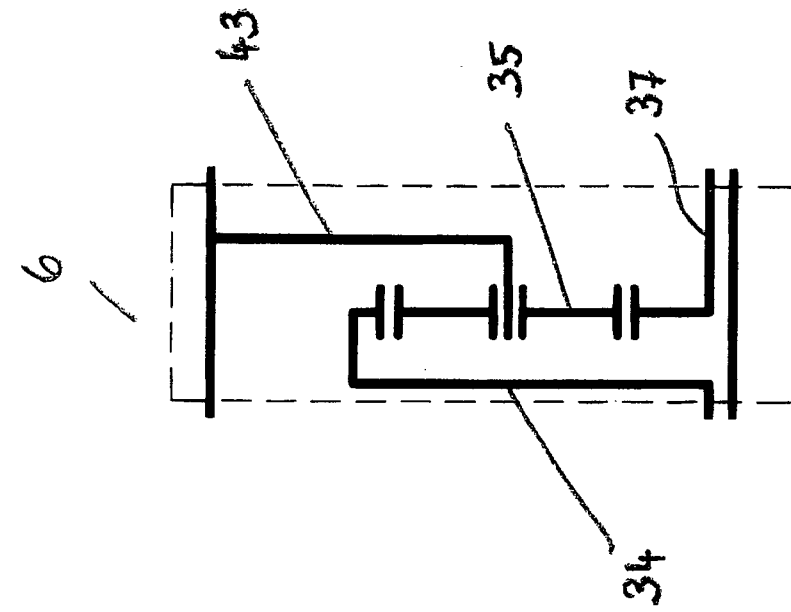


Fig. 10

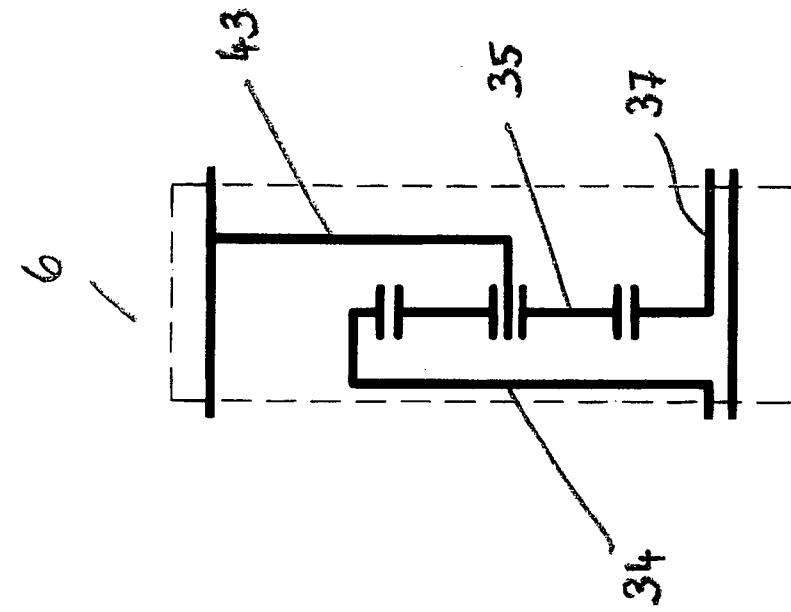


Fig. 11

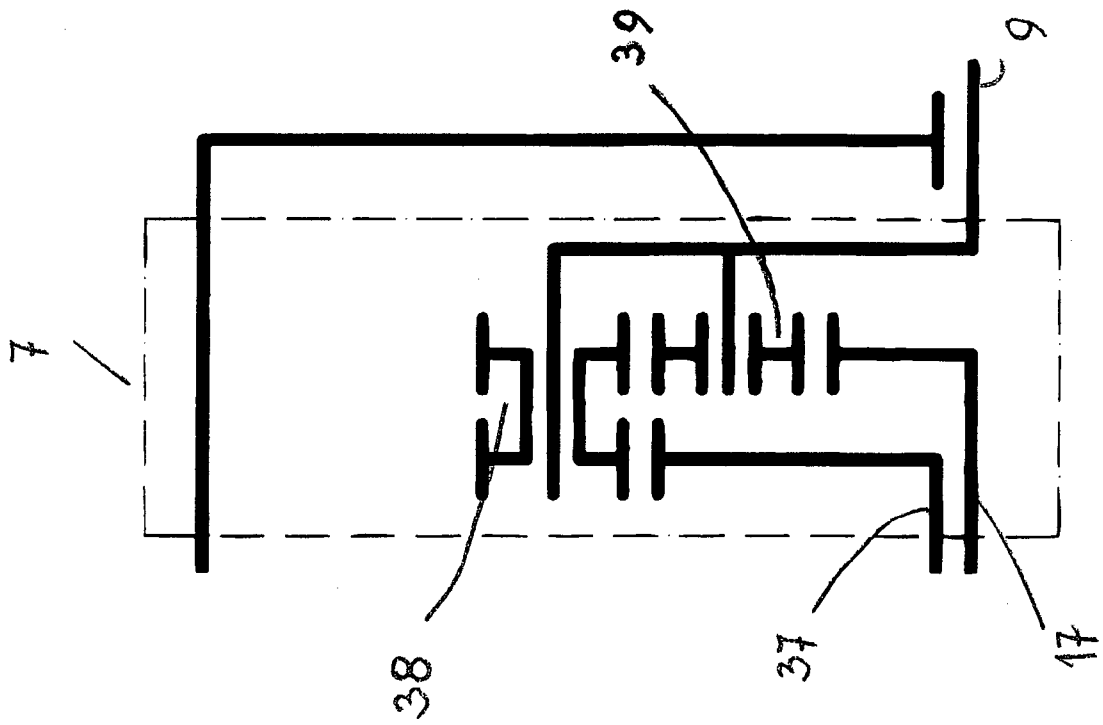


Fig. 12

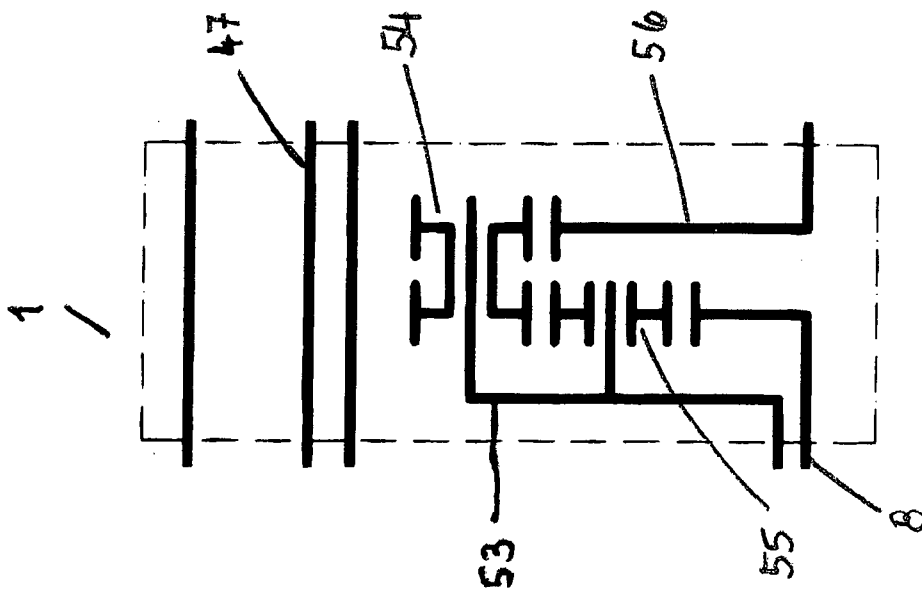


Fig. 13

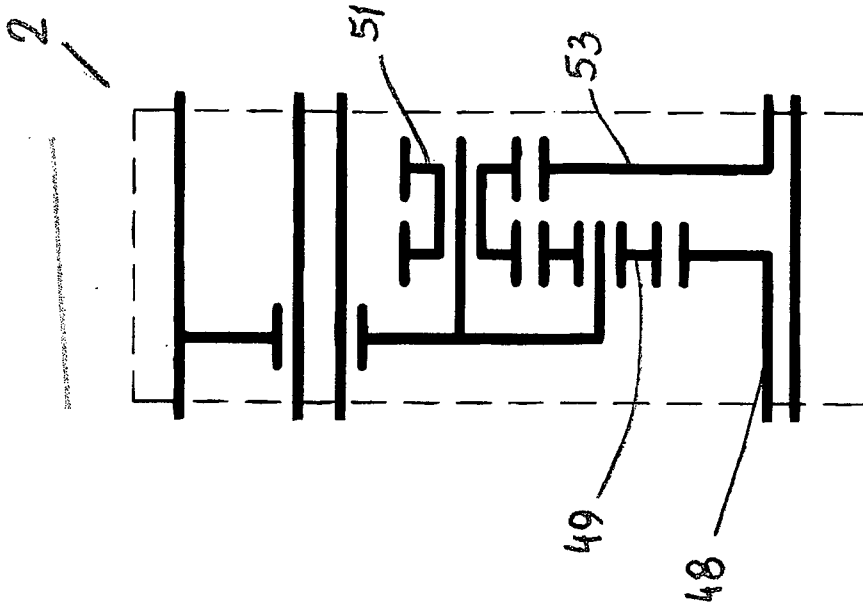


Fig. 14

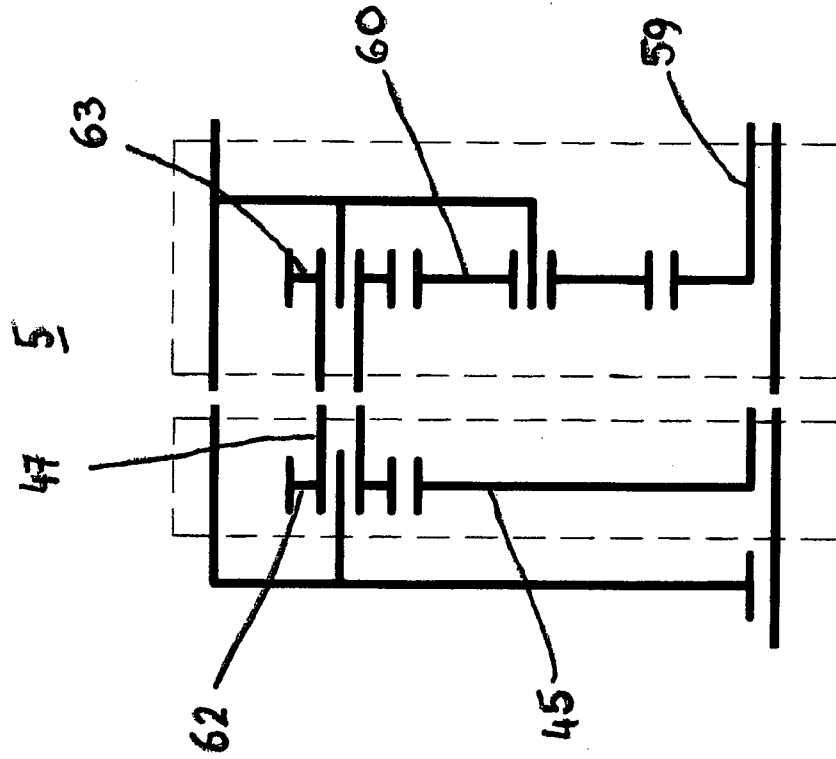


Fig. 15

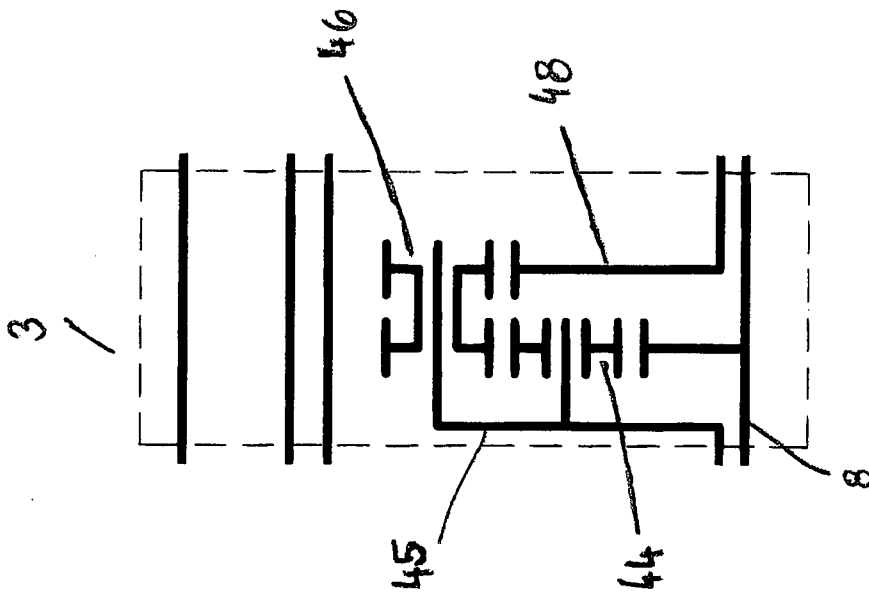


Fig. 16

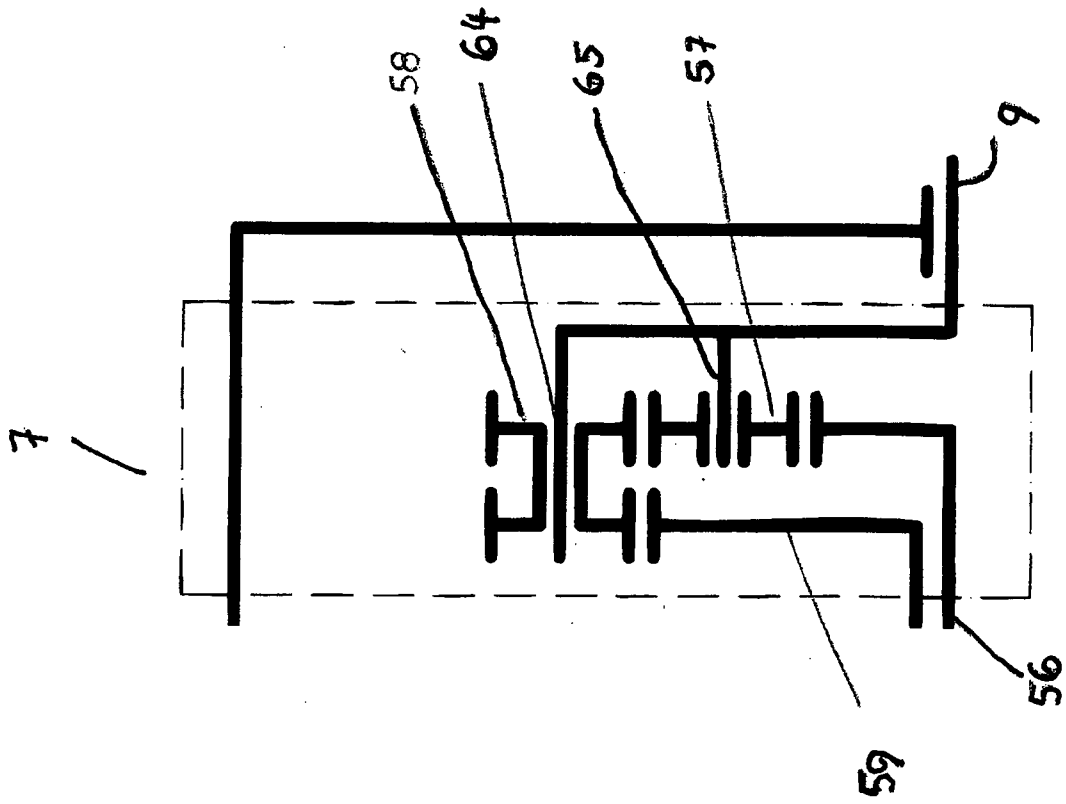


Fig. 17

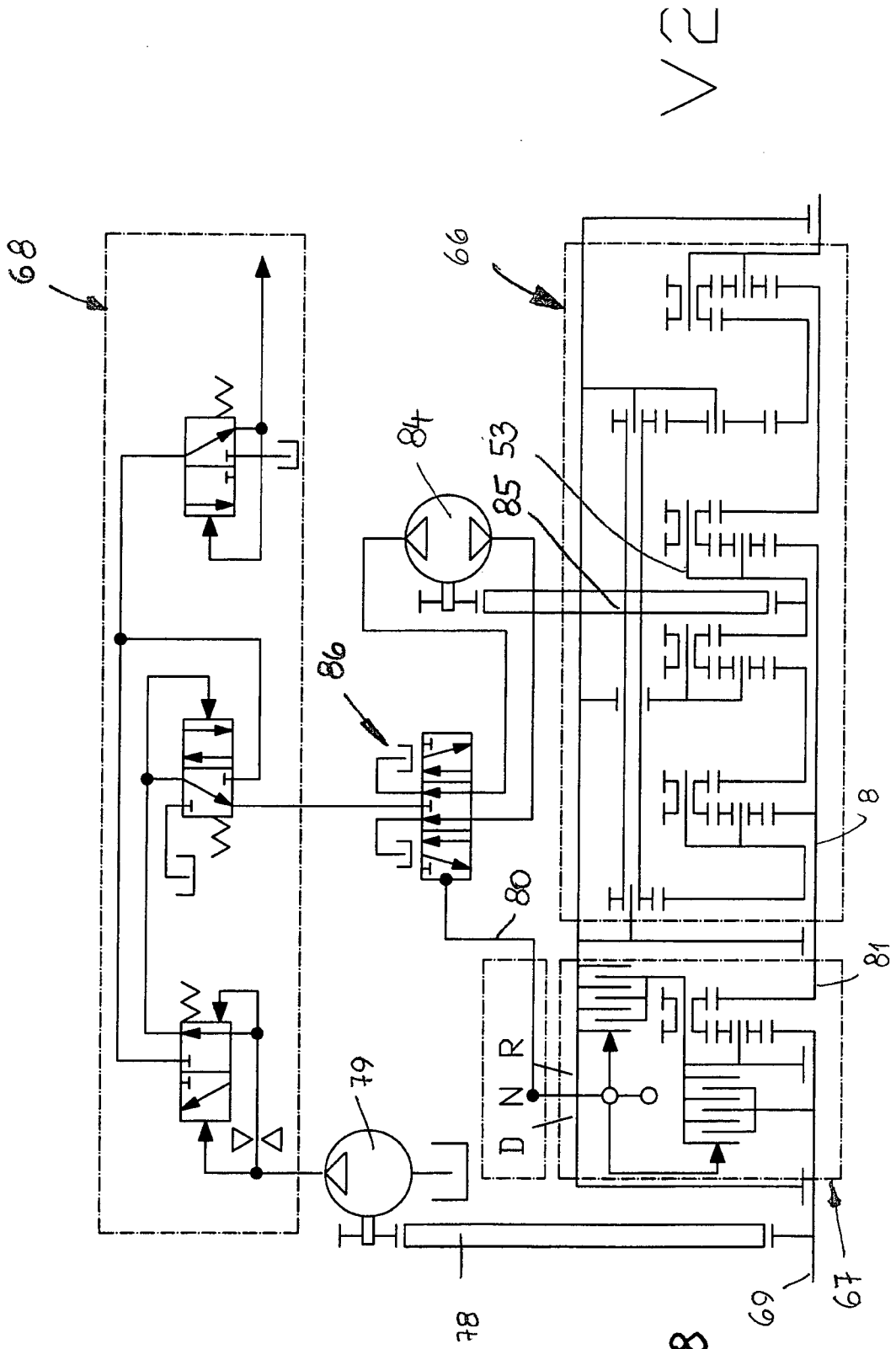


Fig. 18

V2

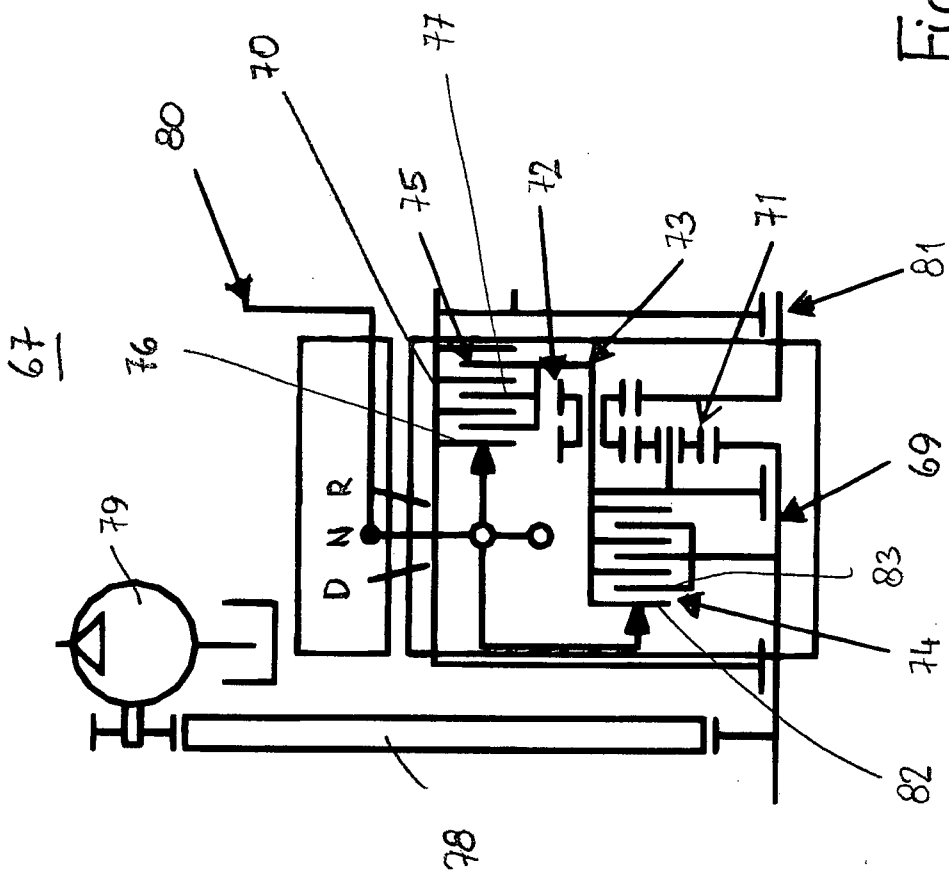


Fig. 19

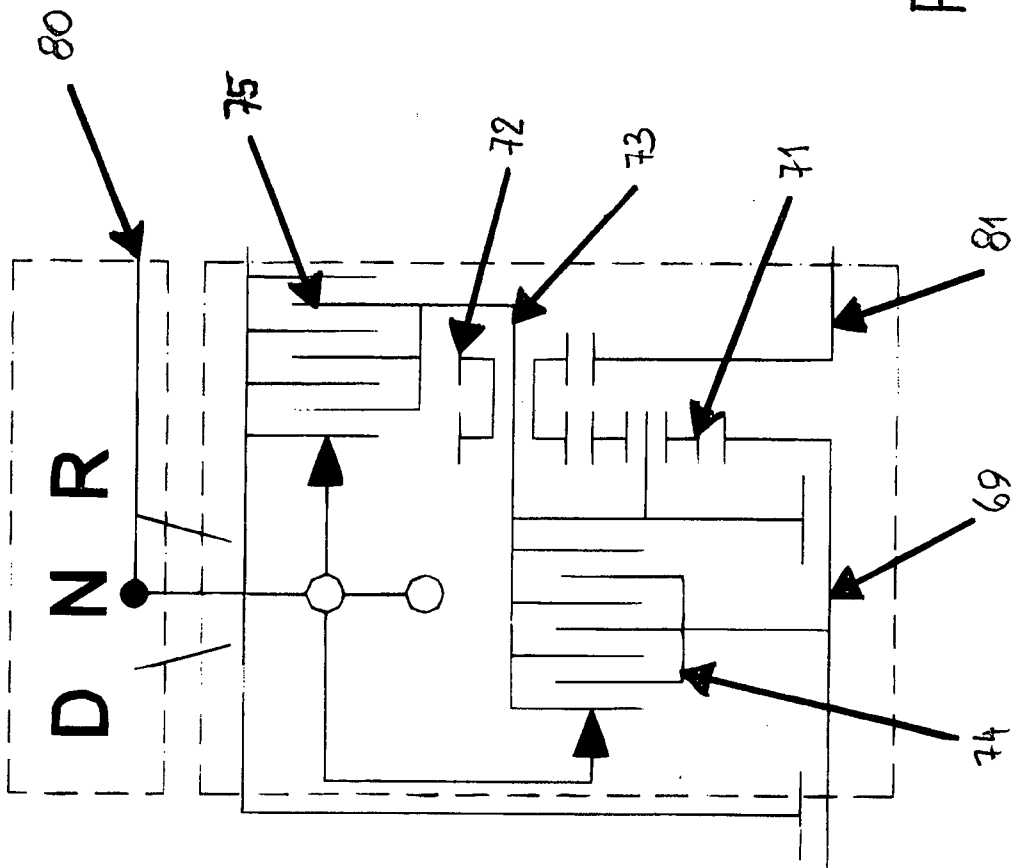


Fig. 20

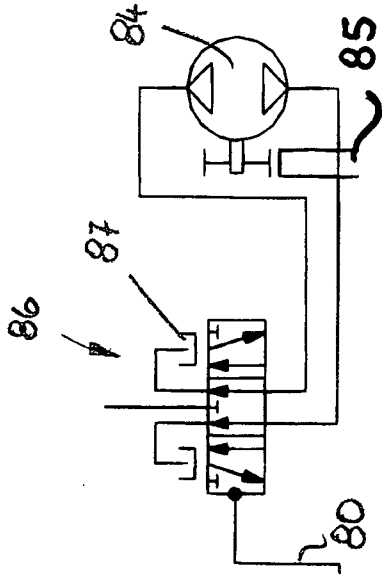


Fig. 23

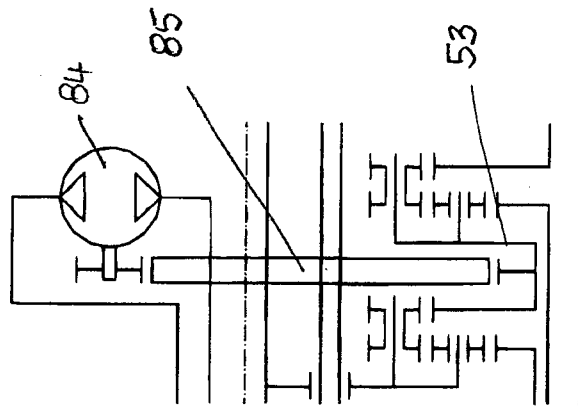


Fig. 22

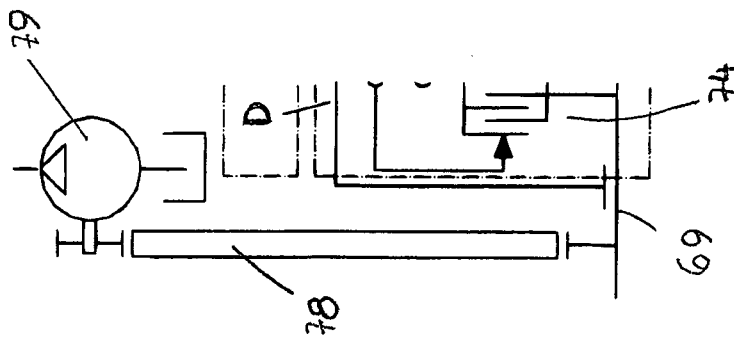


Fig. 21

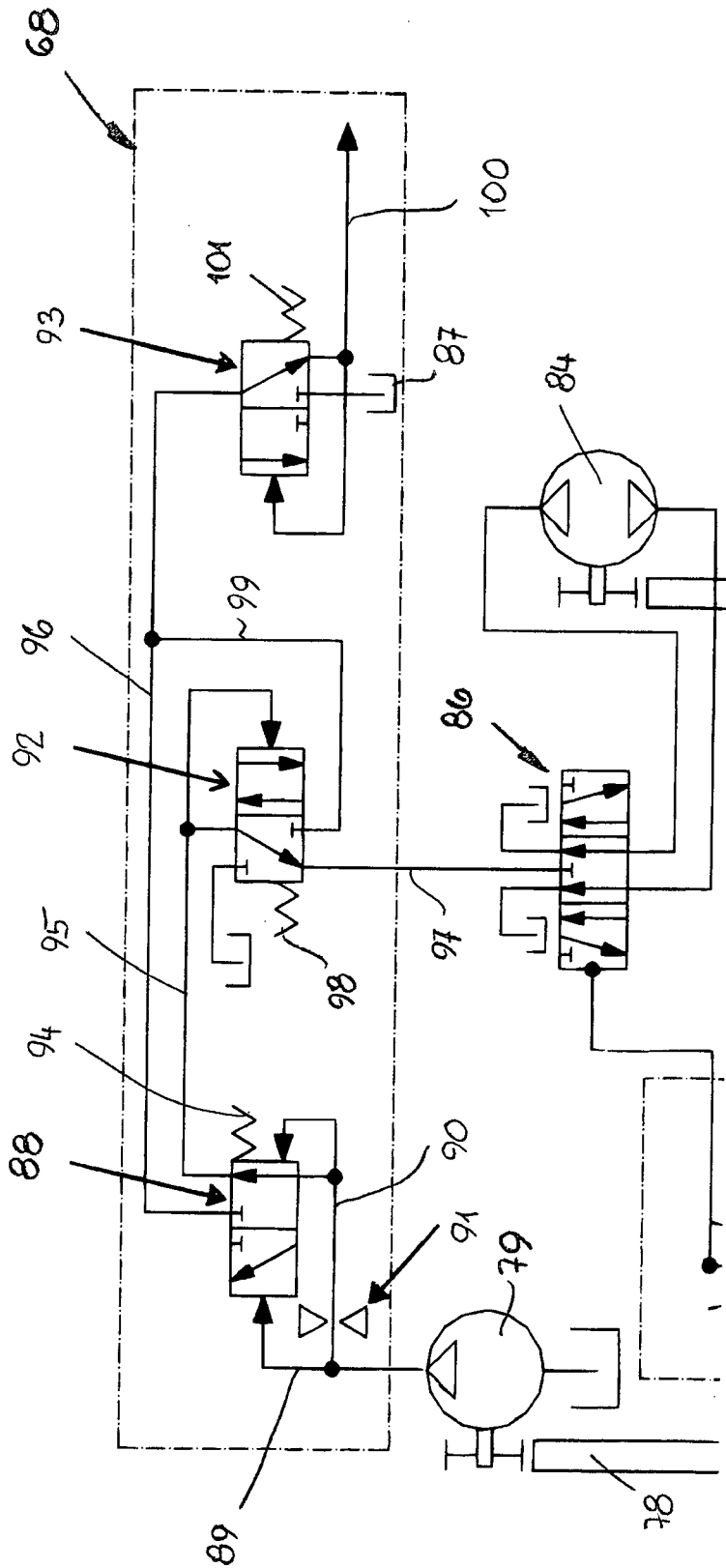


Fig. 24

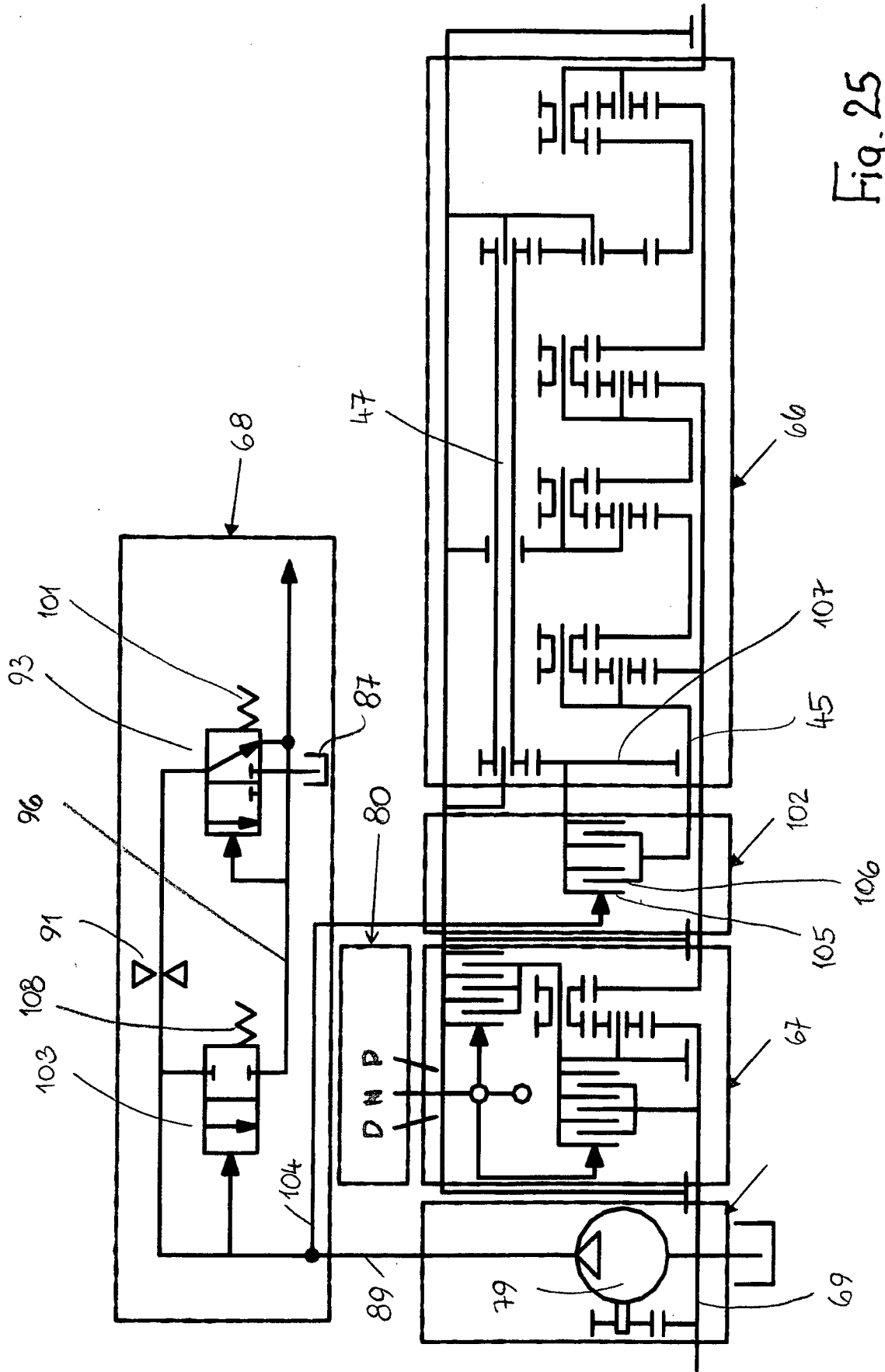


Fig. 25

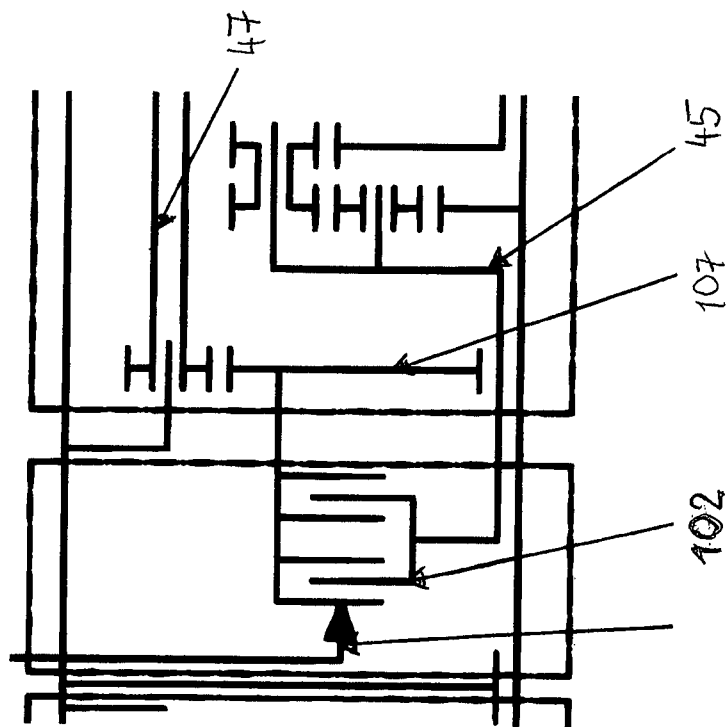


Fig. 26

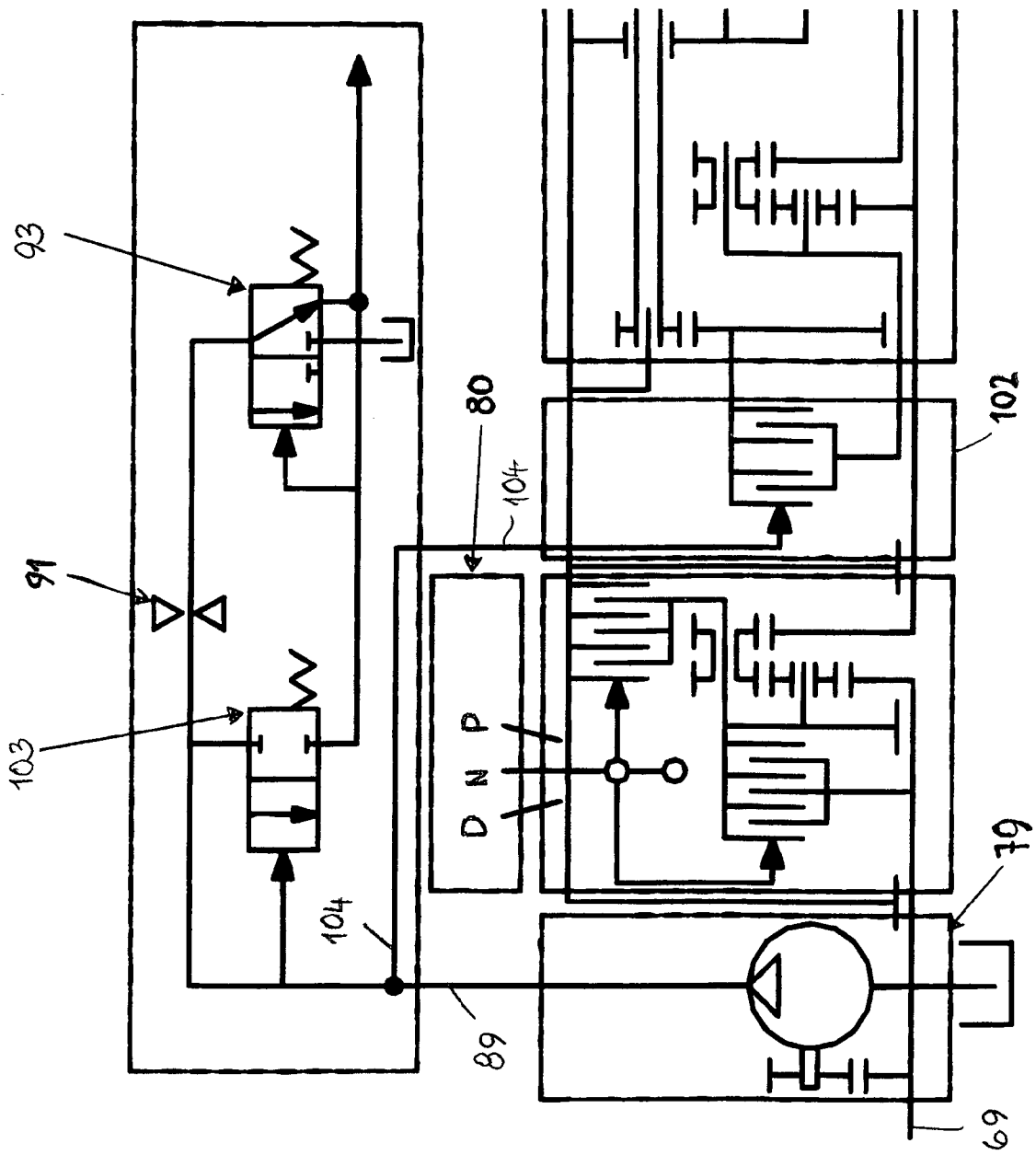


Fig. 27