

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. November 2008 (13.11.2008)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/135146 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
F16H 3/72 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2008/003115

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. April 2008 (18.04.2008)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2007 020 904.7 27. April 2007 (27.04.2007) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **TECNOTAL AG** [LI/LI]; Fürst-Franz-Josef-Str. 85,
FL-9490 Vaduz (LI).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **PALESCH, Edwin**
[DE/DE]; Kirchheimer Strasse 12, 73252 Lenningen (DE).

(74) Anwalt: **JACKISCH-KOHL UND KOHL**; Stuttgarter
Str. 115, 70469 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ,
LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK,
MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: TRANSMISSION FOR MOTOR VEHICLES

(54) Bezeichnung: GETRIEBE FÜR KRAFTFAHRZEUGE

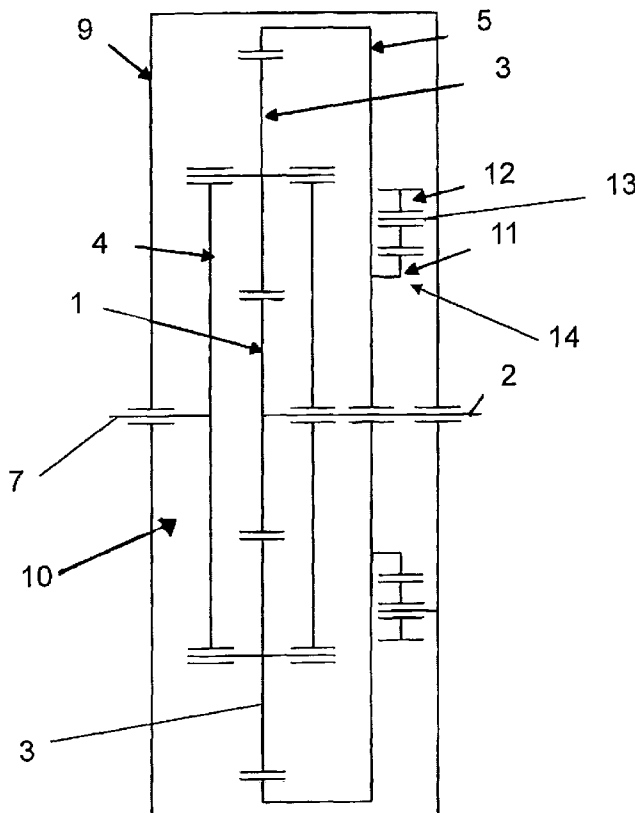


Fig. 3

(57) Abstract: Disclosed is a transmission comprising a housing (9) inside which transmission elements are accommodated. The corresponding actuators of the transmission are operated using pressurized oil. The oil pressure pump required for said purpose is mounted on the drive shaft of the internal combustion engine. The pump delivers oil in accordance with the speed of the internal combustion engine. In order for the transmission to be highly efficient, at least one planetary gear set (10), by means of which at least one drive shaft (2) is connected to at least one output shaft (7), is located in the housing (9). Furthermore, at least one hydraulic pump (14) is provided inside the housing (9). The planetary gear set (10) achieves high efficiency. The hydraulic pump (14) delivers the hydraulic medium in accordance with the required amount rather than the rotational speed of the drive shaft (2) of the internal combustion engine. Said transmission is advantageously used in motor vehicles comprising internal combustion engines.

(57) Zusammenfassung: Das Getriebe hat ein Gehäuse (9), in dem Getriebeelemente untergebracht sind. Die entsprechenden Aktuatoren des Getriebes werden mit Drucköl betrieben. Die hierfür notwendige Druckölpumpe ist an die Antriebswelle des Verbrennungsmotors angebaue. Die Pumpe fördert Öl entsprechend der Drehzahl des Verbrennungsmotors. Damit das Getriebe einen hohen Wirkungsgrad hat, befindet sich im Gehäuse (9) wenigstens ein Planetenradsatz (10), über den wenigstens eine Antriebswelle (2) mit wenigstens einer Abtriebswelle (7) verbunden ist. Außerdem ist im Gehäuse (9) wenigstens eine Hydraulikpumpe (14) vorgesehen. Mit dem Planetenradsatz (10) wird ein hoher

Wirkungsgrad erreicht. Die Hydraulikpumpe (14) fördert das Hydraulikmedium nicht entsprechend der

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2008/135146 A2



SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,
VN, ZA, ZM, ZW.

EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,
BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Getriebe für Kraftfahrzeuge

Die Erfindung betrifft ein Getriebe für Kraftfahrzeuge nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei bekannten Getrieben, wie Stufenautomatikgetrieben, CVT-Getrieben oder Doppelkupplungsgetrieben, werden die entsprechenden Aktoren der Getriebe mit Drucköl betrieben. Hierfür ist eine Druckölpumpe notwendig, die direkt an die Antriebswelle des Verbrennungsmotors angebaut wird. Dementsprechend fördert die Pumpe entsprechend der Drehzahl des Verbrennungsmotors Öl. Der Ölstrom muss unter einen funktionsbedingten Druck gesetzt werden. Bei einem Stufenautomatikgetriebe beispielsweise muss der Öldruck so hoch sein, wie es der jeweilige Aktor erfordert. Ist bei diesem Getriebe die Bremse oder die Kupplung in Funktion, muss nur noch bei geringstem Fördervolumen der Druckpumpe der Öldruck gehalten werden. Das überschüssige Druckölvolumen der druckbeaufschlagten Pumpe wird gegen den Tank abgelassen. Dadurch ist eine hohe Pumpenleistung notwendig. Der größte Teil der Pumpenleistung wird in der beschriebenen Weise vernichtet, wodurch der Gesamtwirkungsgrad des Getriebes erheblich verschlechtert wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das gattungsgemäße Getriebe so auszubilden, dass es einen hohen Wirkungsgrad hat.

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

Beim erfindungsgemäßen Getriebe wird der Planetenradsatz eingesetzt, mit dem ein hoher Wirkungsgrad erreicht werden kann. Der Planetenradsatz hat

das Sonnenrad, Planetenräder und ein Hohlrad. Der mechanische Kraftfluss des Planetenradsatzes beginnt am Sonnenrad und geht über die Planetenräder auf das Hohlrad. Wird das Hohlrad beispielsweise drehfest gehalten, dreht sich der die Planetenräder tragende Planetenträger mit einer dem Übersetzungsverhältnis folgenden Drehzahl. Auch das Drehmoment ergibt sich entsprechend den Gesetzen des Übersetzungsverhältnisses. Da sich die Planetenräder am Hohlrad abstützen, muss das Hohlrad das Haltemoment aufbringen. Lässt man das Hohlrad in Momentenrichtung mitdrehen, erhöht sich das Übersetzungsverhältnis und somit auch das Drehmoment. Kann das Hohlrad hingegen frei drehen, ist die Übersetzung gleich Null, so dass die Abtriebswelle nicht dreht und somit auch kein Drehmoment auf sie übertragen wird. Die Hydraulikpumpe im Gehäuse fördert das Hydraulikmedium nicht entsprechend der Drehzahl der Antriebswelle des Kraftfahrzeugmotors und damit der Drehzahl der Eintriebswelle, sondern entsprechend dem geforderten Bedarf. Das Getriebe hat dadurch einen hohen Wirkungsgrad.

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

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

Fig. 1 in schematischer Darstellung ein Planetengetriebe,

Fig. 2 das Planetengetriebe gemäß Fig. 1 in Ansicht,

Fig. 3 in schematischer Darstellung eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Getriebes,

Fig. 4 in einer Darstellung entsprechend Fig. 3 eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Getriebes,

Fig. 5

bis

Fig. 10 in Darstellungen entsprechend Fig. 3 weitere Ausführungsformen von erfindungsgemäßen Getrieben,

Fig. 11 ein Ausführungsbeispiel einer hydraulischen Ansteuerung des Getriebes gemäß Fig. 10,

Fig. 12 ein Ausführungsbeispiel einer teilelektrischen Ansteuerung des Getriebes gemäß Fig. 10,

Fig. 13 ein Ausführungsbeispiel einer vollelektrischen Ansteuerung des Getriebes gemäß Fig. 10,

Fig. 14 in einer Darstellung entsprechend Fig. 3 eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Getriebes,

Fig. 15 ein Ausführungsbeispiel einer hydraulischen Ansteuerung des Getriebes gemäß Fig. 14 mit Momentverteilung,

Fig. 16 ein Ausführungsbeispiel einer hydraulischen Ansteuerung mit elektrischer Momentüberlagerung des Getriebes gemäß Fig. 14,

Fig. 17 ein Ausführungsbeispiel einer vollhydraulischen Ansteuerung mit Anfahrsteuerung des Getriebes gemäß Fig. 10,

Fig. 18 ein Ausführungsbeispiel einer Ansteuerung mit einer Anfahrsteuerung des Getriebes gemäß Fig. 10 ohne Rückwärtsgang,

Fig. 19 ein Ausführungsbeispiel einer Ansteuerung des Getriebes gemäß Fig. 10 ohne Rückwärtsgang,

- Fig. 20 ein Ausführungsbeispiel einer nicht schaltbaren, aber im Reversierbetrieb arbeitenden Ansteuerung des Getriebes gemäß Fig. 10,
- Fig. 21 ein Ausführungsbeispiel einer vollelektrischen Ansteuerung des Getriebes gemäß Fig. 14,
- Fig. 22
bis
- Fig. 24 weitere Ausführungsbeispiele von erfindungsgemäßen Getrieben in Darstellungen entsprechend Fig. 3,
- Fig. 25 ein Ausführungsbeispiel einer hydraulischen Steuerung des Getriebes gemäß Fig. 24,
- Fig. 26
bis
- Fig. 31 jeweils kinematische Darstellungen des Getriebes gemäß Fig. 24 und 25 im Schub- und im Zugbetrieb bei unterschiedlichen Stellungen eines Wählschiebers der Steuerung gemäß Fig. 25,
- Fig. 32 ein Ausführungsbeispiel einer elektrischen Ansteuerung des Getriebes gemäß Fig. 24.

Bei den folgenden Ausführungsbeispielen eines Getriebes und einer Kuppelung wird ein Planetenradsatz eingesetzt, der anhand der Fig. 1 und 2 beschrieben werden soll. Der Planetenradsatz hat ein Sonnenrad 1, das auf einer Eintriebswelle 2 drehfest sitzt. Mit dem Sonnenrad 1 sind drei Planetenräder 3 in Eingriff, die das Sonnenrad 1 umgeben und drehbar auf einem Planetenträger 4 gelagert sind. Er sitzt drehbar auf der Eintriebswelle 2. Die Planetenräder 3 kämmen mit einem Hohlrad 5, das die Planetenräder 3 umgibt. Die Drehachsen des Sonnenrades 1, des Planetenträgers 4 und des

Hohlrades 5 liegen coaxial zueinander. Die Planetenräder 3 sind drehbar auf einem Teilkreis um die zentrale Achse 6 des Planetenträgers 4 angeordnet. Er sitzt drehfest auf einer Abtriebswelle 7 mit der Achse 6. Auf der Abtriebswelle 7 sitzt drehbar eine Welle 8, auf der drehfest das Hohlrad 5 sitzt. Diese Ausbildung eines Planetenradsatzes ist bekannt und darum auch nur kurz erläutert worden.

Mit einem solchen Planetenradsatz sind unterschiedliche Funktionen möglich, je nachdem, welches der Elemente des Planetenradsatzes angetrieben bzw. drehfest gehalten wird.

Bei einer ersten Variante erfolgt der Eintrieb am Sonnenrad 1 im Uhrzeigersinn. Das Hohlrad 5 ist drehfest. Dies hat zur Folge, dass das Sonnenrad 1 die Planetenräder 3 gegen den Uhrzeigersinn dreht. Da sich die Planetenräder 3 in der Innenverzahnung des Hohlrades 5 abwälzen, wird der Planetenträger 4 im Uhrzeigersinn bewegt. Die mit dem Planetenträger 4 verbundene Abtriebswelle 7 wird dementsprechend drehbar angetrieben.

Bei einer zweiten Variante erfolgt der Eintrieb am Sonnenrad 1 wiederum im Uhrzeigersinn, d.h. die Eintriebswelle 2 wird im Uhrzeigersinn drehbar angetrieben. Nunmehr wird der Planetenträger 4 drehfest gehalten. Das Sonnenrad 1 dreht die Planetenräder 3 gegen den Uhrzeigersinn. Diese wiederum wälzen sich in der Innenverzahnung des Hohlrades 5 ab. Dadurch wird das Hohlrad 5 gegen den Uhrzeigersinn gedreht. Dementsprechend wird auch die Welle 8 des Hohlrades 5, die auf der Abtriebswelle 7 sitzt, gegen den Uhrzeigersinn gedreht.

Bei einer dritten Variante erfolgt der Eintrieb am Planetenträger 4 im Uhrzeigersinn, während nunmehr das Sonnenrad 1 drehfest gehalten wird. Die Planetenräder 3 des Planetenträgers 4 wälzen sich am feststehenden Sonnenrad 1 im Uhrzeigersinn ab. Das Hohlrad 5 wird durch die Planetenräder 3 dementsprechend im Uhrzeigersinn gedreht.

Bei einer vierten Variante erfolgt der Eintrieb wiederum am Planetenträger 4 im Uhrzeigersinn. Nunmehr wird das Hohlrad 5 drehfest gehalten. Die Planetenräder 3 wälzen sich am stehenden Hohlrad 5 gegen den Uhrzeigersinn ab. Dies hat zur Folge, dass das Sonnenrad 1 im Uhrzeigersinn gedreht wird.

Bei einer fünften Variante erfolgt der Eintrieb am Hohlrad 5 im Uhrzeigersinn, während der Planetenträger 4 drehfest gehalten wird. Die Planetenräder 3 wälzen sich im Uhrzeigersinn am Hohlrad 5 ab. Außerdem wird das Sonnenrad 1 durch die Planetenräder 3 gegen den Uhrzeigersinn gedreht.

Bei einer sechsten Variante erfolgt wiederum der Eintrieb am Hohlrad 5 im Uhrzeigersinn, während nunmehr das Sonnenrad 1 drehfest gehalten wird. Die Planetenräder 3 wälzen sich im Uhrzeigersinn am Hohlrad 5 ab, wodurch der Planetenträger 4 im Uhrzeigersinn gedreht wird.

Bei einer anderen Funktionsweise erfolgt der Eintrieb am Sonnenrad 1 im Uhrzeigersinn, während das Hohlrad 5 und der Planetenträger 4 lose sind. Wird das lose Hohlrad 5 abgebremst, bewegt sich der Planetenträger 4 nach den Gesetzen des Übersetzungsverhältnisses im Planetenradsatz im Uhrzeigersinn. Wird nun an das eintreibende Sonnenrad 1 ein Drehmoment angelegt und das Hohlrad 5 mit einem bestimmten Bremsmoment abgebremst, wird an den Planetenträger 4 ein anteiliges Drehmoment weitergegeben. Wenn das Hohlrad 5 bis zum Stillstand abgebremst wird, wird dem Planetenträger 4 das ganze, dem Übersetzungsverhältnis entsprechende Drehmoment weitergegeben. Eine solche Anordnung ist in Stufenautomatikgetrieben von Kraftfahrzeugen bekannt. Bei diesen Getrieben sind die Brems- oder Kuppel Elemente als Bremsband oder Lamellenkupplung ausgeführt. Die Elemente werden mit Drucköl betrieben, das von einer von der Kurbelwelle des Kraftfahrzeuges angetriebenen Ölpumpe erzeugt wird. Da die Kurbelwelle bei eingeschaltetem Motor ständig läuft, fördert dementsprechend die Ölpumpe laufend Drucköl. Die Druckölmenge ist proportional der Drehzahl der Kurbelwelle. Wird kein Drucköl verbraucht, wird es drucklos in den Ölsumpf

des Getriebes abgeleitet. Somit wird dem Verbrennungsmotor Leistung entzogen und der Wirkungsgrad abgesenkt.

Mit den im Folgenden beschriebenen Ausführungsformen wird der Wirkungsgrad eines Stufenautomatikgetriebes oder eines stufenlosen Getriebes dadurch erhöht, dass eine mit der Kurbelwelle verbundene Primärpumpe entfällt und dafür die Kupplungen und Bremsen selbst als Ölpumpen ausgebildet sind.

Fig. 3 zeigt eine Kupplung mit einer Planetenübersetzung. Die Kupplung ist in einem Gehäuse 9 untergebracht, in dem sich ein Planetenradsatz 10 befindet. Er hat das Sonnenrad 1, das auf der Eintriebswelle 2 drehfest sitzt. Mit dem Sonnenrad 1 kämmen die Planetenräder 3, die außerdem in Eingriff mit der Innenverzahnung des Hohlrades 5 sind. Die Planetenräder 3 sitzen auf dem Planetenträger 4, der drehfest mit der Abtriebswelle 7 verbunden ist. Sie liegt coaxial zur Eintriebswelle 2. Das Hohlrad 5 ist mit einem Pumpenrad 11 versehen, das mit Pumpenritzel 12 in Eingriff ist. Sie sitzen jeweils auf einer gehäusefesten Achse 13. Das Pumpenrad 11 und die Pumpenritzel 12 bilden eine Zahnradpumpe 14. Die Pumpenritzel 12 sind vorteilhaft in gleichem Winkelabstand voneinander angeordnet.

Wird an die Eintriebswelle 2 ein Drehmoment im Uhrzeigersinn angelegt, wird den Planetenrädern 3 dieses Drehmoment und die Drehzahl gemäß dem Übersetzungsverhältnis weitergegeben. Wird an die Abtriebswelle 7, auf der der Planetenträger 4 drehfest sitzt, eine stehende Drehmomentlast angelegt, wird das Hohlrad 5 durch die Planetenräder 3 gegen den Uhrzeigersinn gedreht. Dadurch wird auch das mit dem Hohlrad 5 drehfest verbundene Pumpenrad 11 im Gegenuhrzeigersinn gedreht. Die Zahnradpumpe 14, deren Drehachse in der Achse der Eintriebswelle 2 und der Abtriebswelle 7 liegt, erzeugt somit einen drucklosen Ölstrom. Wird dieser Ölstrom abgebremst, steigt der Druck innerhalb des Ölstromes an. Dadurch wird am Hohlrad 5 ein dem Eintriebsmoment entgegenwirkendes Drehmoment erzeugt.

Auf diese Weise ist es möglich, durch Abbremsen des von der Zahnradpumpe 14 gelieferten Ölstromes den Planetenträger 4 mit den Planetenrädern 3 in Drehung zu versetzen. Wenn das von der Zahnradpumpe 14 geförderte Öl drucklos abströmt, dreht sich das Hohlrad 5 frei. Wird der von der Zahnradpumpe 14 erzeugte Ölstrom in der beschriebenen Weise abgebremst, führt dies dazu, dass sich der Planetenträger 4 dreht. Wird nun am Planetenträger 4 über die Abtriebswelle 7 eine Last aufgebracht, bedingt dies eine Lasterhöhung am Sonnenrad 1. Aufgrund dieser Lasterhöhung steigt der Druck im abströmenden Pumpenöl. Wird dieser Pumpenölstrom vollkommen abgebremst, erhöht sich der Pumpenöldruck bei einer Drehmomenterhöhung, während er bei einer Drehmomentminderung abfällt. Auf diese Weise wird eine Kupplung ohne Wirkungsgradverlust erreicht. Die Drehmomentabstützung geht nicht in die Energiebilanz des Antriebes ein. Dadurch wirkt sich die Drehmomentabstützung auch nicht negativ auf den Wirkungsgrad des Antriebes aus.

Fig. 4 zeigt ein geschachteltes Planetengetriebe als Teil der Kupplung ohne Übersetzung. Der Planetenradsatz 10a ist im Gehäuse 9 untergebracht, in dem wie bei der vorigen Ausführungsform die Eintriebswelle 2 und die Abtriebswelle 7 drehbar gelagert sind. Beide Wellen 2, 7 liegen fluchtend zueinander. Der Planetenradsatz 10a weist zwei miteinander drehfest verbundene Planetenträger 4, 4' auf, die jeweils mit drehbar gelagerten Planetenrädern 3, 3' versehen sind. Die Planetenträger 4, 4' können durch einen einheitlichen Planetenträger gebildet sein. Die Planetenräder 3, 3' sind auf den Planetenträgern 4, 4' auf einem Teilkreis um den Drehmittelpunkt der Planetenträger 4, 4' im gleichen Winkelabstand angeordnet. Die Planetenräder 3, 3' sitzen drehbar auf sie durchdringenden Achsen 15, 16 des Planetenträgers 4, 4'.

Das Getriebe hat zwei Hohlräder 5, 5', von denen das Hohlrad 5 auf der Eintriebswelle 2 drehbar gelagert ist. Mit diesem Hohlrad 5 kämmen die Planetenräder 3. Das Hohlrad 5' ist mit dem Gehäuse 9 drehfest verbunden. In die

Innenverzahnung dieses gehäusefesten Hohlrades 5' greifen die Planetenräder 3' ein.

Am Hohlrad 5 ist drehfest das Pumpenrad 11 angeordnet, das mit diesem um die gemeinsame Achse der Eintriebswelle 2 dreht. Das Pumpenrad 11 ist wie bei der vorigen Ausführungsform mit den Pumpenritzeln 12 in Eingriff, die auf fest mit dem Gehäuse 9 verbundenen Achsen 13 gelagert sind. Wie beim vorigen Ausführungsbeispiel sind über den Umfang des Pumpenrades 11 im winkelgleichen Abstand mehrere Pumpenritzel 12 angeordnet, deren Achsen 13 jeweils am Gehäuse 9 vorgesehen sind. Die Pumpenritzelachsen 13 sind auf einem Teilkreis um die Achse der Eintriebswelle 2 und der Abtriebswelle 7 angeordnet. Das Pumpenrad 11 mit den drehbar auf den Wellen 13 sitzenden und mit dem Pumpenrad 11 kämmenden Pumpenritzeln 12 bildet eine Außenzahnradpumpe 14.

Wird die Abtriebswelle 7 drehfest gehalten und leitet man über die Eintriebswelle 2 eine Drehbewegung im Uhrzeigersinn in das Getriebe ein, wird das drehfest auf der Eintriebswelle 2 sitzende Sonnenrad 1 im Uhrzeigersinn gedreht. Die Planetenräder 3, die mit dem zentralen Sonnenrad 1 in Eingriff sind, werden dementsprechend gegen den Uhrzeigersinn gedreht. Dabei wälzen sich die Planetenräder 3 bei stehendem Planetenträger 4 an der Innenverzahnung des Hohlrades 5 ab. Dadurch wird das Hohlrad 1 gegen den Uhrzeigersinn gedreht. Das mit dem Hohlrad 5 fest verbundene Pumpenrad 11 führt die gleiche Drehbewegung aus. Die mit ihm kämmenden Pumpenritzel 12 werden im Uhrzeigersinn gedreht. Auf diese Weise wird durch die Bewegung zwischen Pumpenrad 11 und den Pumpenritzeln 12 ein Ölstrom erzeugt. Wird er mit geeigneten Mitteln abgebremst, wird ein Druck erzeugt. Dadurch wird ein Teil des Drehmomentes von der Eintriebswelle 2 auf die Abtriebswelle 7 übertragen. Mit steigendem Druck steigt dieser Drehmomentanteil. Wird der Ölstrom der Zahnradpumpe 14 vollständig gesperrt, ist das Eintriebsdrehmoment gleich groß wie das Abtriebsdrehmoment. Mit einer solchen Getriebeausbildung ist es möglich, bei stehendem, d.h. nicht

drehendem Hohlrad 5 eine Abtriebsdrehzahl zu erreichen, die der Eintriebsdrehzahl entspricht.

Während bei der Ausführungsform nach Fig. 3 eine Kupplung mit Planetenübersetzung vorgesehen ist, ist die Ausführungsform nach Fig. 4 dadurch gekennzeichnet, dass eine Kupplung ohne Übersetzung verwendet wird.

Fig. 5 zeigt eine Abwandlung der Ausführungsform nach Fig. 4. Im Gehäuse 9 sind die Eintriebswelle 2 und die gleichachsig zu ihr liegende Abtriebswelle 7 drehbar gelagert. Auf der Eintriebswelle 2 sitzt drehfest das Sonnenrad 1, während auf der Abtriebswelle 7 drehfest das Sonnenrad 1' angeordnet ist. Das Sonnenrad 1 kämmt mit den Planetenrädern 3, die drehbar am scheibenförmigen Planetenträger 4 gelagert sind. Er sitzt drehbar auf der Eintriebswelle 2. Die Planetenräder 3 kämmen mit dem Hohlrad 5, das ebenfalls drehbar auf der Eintriebswelle 2 gelagert ist. Am Hohlrad 5 ist das Pumpenrad 11 befestigt, das als Hohlrad ausgebildet ist und die Pumpenritzel 12 umgibt, die auf den gehäusefesten Achsen 13 drehbar gelagert sind. Das Pumpenrad 11 und die Pumpenritzel 12 bilden die Innenzahnradpumpe 14.

Das Hohlrad 5' ist fest mit der Innenseite des Gehäuses 9 verbunden. In seine Innenverzahnung greifen die Planetenräder 3' ein, die drehbar auf dem Planetenträger 4' gelagert sind. Er sitzt drehbar auf der Abtriebswelle 7. Die Planetenräder 3' kämmen mit dem Sonnenrad 1'.

Die Wirkungsweise dieses Getriebes ist gleich wie bei der Ausführungsform nach Fig. 4. Der einzige Unterschied besteht lediglich darin, dass bei der Ausführungsform nach Fig. 5 eine Innenzahnradpumpe 14 und beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 eine Außenzahnradpumpe eingesetzt wird.

Fig. 6 zeigt ebenfalls ein Getriebe, bei dem eine Kupplung ohne Übersetzung eingesetzt wird. Diese Ausführungsform hat das Gehäuse 9, in dem die Eintriebswelle 2 sowie die fluchtend zu ihr liegende Abtriebswelle 7 drehbar

gelagert sind. Auf der Eintriebswelle 2 sitzt drehfest das Sonnenrad 1, während auf der Abtriebswelle 7 drehfest das Sonnenrad 1' gelagert ist. Mit den Sonnenrädern 1, 1' kämmen die Planetenräder 3, 3', die in den Planetenträgern 4, 4' drehbar gelagert sind. Die Planetenräder 3' sind in Eingriff mit der Innenverzahnung des Hohlrades 5', das an der Innenseite des Gehäuses 9 befestigt ist. Die Planetenräder 3 kämmen mit dem Hohlrad 5, das auf einer Achse 17 des Planetenträgers 4 gelagert ist und an dem das Pumpenrad 11 befestigt ist. Es ist als Hohlrad ausgebildet und bildet zusammen mit den Pumpenritzeln 12 eine Innenzahnradpumpe 14. Die Pumpenritzel 12 sitzen auf einem Träger 18, der auf der Achse 17 sitzt, auf der auch der Planetenträger 4 angeordnet ist. Mit Abstand von den Pumpenritzeln 12 sind an der Gehäusewand die Achsen 13 vorgesehen, auf denen die weiteren Pumpenritzel 12 drehbar gelagert sind. Sie kämmen mit einem Pumpenrad 19, das am Träger 18 vorgesehen ist und koaxial zum Pumpenrad 11 liegt.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 7 ist im Gehäuse 9 eine Kupplung mit Planetenübersetzung untergebracht. Auf der Eintriebswelle 2, die in der Gehäusewand drehbar gelagert ist, sitzt drehfest das Sonnenrad 1, das mit den Planetenrädern 3 kämmt, die über den Umfang des Sonnenrades 1 gleichmäßig verteilt angeordnet sind. Die Planetenräder 3 sind drehbar im Planetenträger 4 gelagert. Er sitzt drehfest auf der Abtriebswelle 7, die koaxial zur Eintriebswelle 2 liegt und in der Gehäusewand drehbar gelagert ist.

Die das Sonnenrad 1 umgebenden Planetenräder 3 kämmen mit dem Hohlrad 5, das auf der Eintriebswelle 2 drehbar gelagert ist. Mit dem Hohlrad 5 ist drehfest das Pumpenrad 11 verbunden, das entsprechend der vorigen Ausführungsform als Hohlrad ausgebildet ist. Es umgibt die Pumpenritzel 12, die drehbar auf den gehäusefesten Achsen gelagert sind und zusammen mit dem Pumpenrad 11 die Zahnradpumpe 14 bilden. Sie ist als Innenzahnradpumpe ausgebildet.

Fig. 8 zeigt eine Kupplung mit der Möglichkeit der Drehrichtungsumkehr. Die Kupplung ist im Gehäuse 9 untergebracht und hat die beiden Sonnenräder 1,

1', von denen das Sonnenrad 1 drehfest mit der Eintriebswelle 2 und das Sonnenrad 1' drehfest mit der Abtriebswelle 7 verbunden ist. Beide Wellen 2, 7 liegen fluchtend zueinander und sind in den entsprechenden Gehäusewänden drehbar gelagert. Auf der Eintriebswelle 2 und der Abtriebswelle 7 ist der Planetenträger 4 drehbar gelagert. Im Planetenträger 4 sind die Planetenräder 3, 3' drehbar gelagert, die auf den scheibenförmigen Planetenträgern 4 auf einem Teilkreis um den Drehmittelpunkt der Planetenträger im gleichen Winkelabstand angeordnet sind. Die Planetenräder 3, 3' sind auf sie durchdringenden Achsen 15, 16 drehbar gelagert, die an den Planetenträgern 4 vorgesehen sind. Die Planetenräder 3, 3' sind in Eingriff mit den Sonnenrädern 1, 1' und den Hohlradern 5, 5'. Sie sind mit den als Hohlräder ausgebildeten Pumpenrädern 11, 11' drehfest verbunden und rotieren mit diesen um die gemeinsame Achse. An den einander gegenüberliegenden Gehäusewänden sind die Achsen 13, 13' vorgesehen, auf denen jeweils die Pumpenritzel 12, 12' drehbar gelagert sind. Die Achsen 13 sind auf einem Teilkreis um die Drehachse der Eintriebswelle 2 und der Abtriebswelle 7 in winkelgleichem Abstand angeordnet. Die Pumpenritzel 12, 12' sind mit den jeweiligen Pumpenhohlrädern 11, 11' in Eingriff. Die Pumpenhohlräder 11, 11' bilden mit den jeweiligen Pumpenritzeln 12, 12' eine Zahnradpumpe 14, 14', im Ausführungsbeispiel eine Innenzahnradpumpe.

Wird das Sonnenrad 1' drehfest gehalten und leitet man am Sonnenrad 1 über die Eintriebswelle 2 eine Drehbewegung im Uhrzeigersinn ein, treibt das Sonnenrad 1 die Planetenräder 3 gegen den Uhrzeigersinn an. Da die Planetenräder 3 mit dem Hohlrad 5 in Eingriff sind, wird dieses gegen den Uhrzeigersinn gedreht. Das mit dem Hohlrad 5 verbundene Pumpenhohlrad 11 erzeugt zusammen mit den Pumpenritzeln 12 einen Ölstrom. Wird er mit geeigneten Mitteln abgebremst, wird der Planetenträger 4 in Drehung versetzt. Dies hat zur Folge, dass die Planetenräder 3' auf dem drehfest gehaltenen Sonnenrad 1' abwälzen und dadurch das Hohlrad 5' drehen. Das mit dem Hohlrad 5' fest verbundene Pumpenhohlrad 11' und die mit ihm kämmenden Pumpenritzel 12' erzeugen ebenfalls einen Ölstrom. Wird er mit geeigneten Mitteln abgebremst, wird an dem drehfest gehaltenen Sonnenrad 1'

ein Drehmoment erzeugt. Werden beide Ölströme vollständig abgebremst, sind das Eintriebs- und das Abtriebsdrehmoment gleich groß.

Da bei dieser Ausführungsform zwei Zahnradpumpen 14, 14' vorgesehen sind, kann mit der Kupplung eine Drehrichtungsumkehr sehr einfach erreicht werden. Wird das Pumpenöl der Zahnradpumpe 14 der Zahnradpumpe 14' so zugeführt, dass diese Zahnradpumpe 14' das mit ihr verbundene Hohlrad 5' antreibt, erfolgt eine Drehrichtungsumkehr der Abtriebswelle 7.

Mit einer solchen Art einer Kupplung mit Drehrichtungsumkehr kann vorteilhaft ein stufenloses Automatikgetriebe ohne Anfahrkupplung oder Wandler realisiert werden, mit der die drei Schaltzustände des Automatikgetriebes erreicht werden können. Mit dieser Art von Kupplung können die Stellungen „Vorwärts D“, „Neutral N“ und „Rückwärts R“ abgebildet werden. Für die Stellungen N und R wird lediglich der jeweilige Planetenträger 4 festgehalten, so dass die zweite Zahnradpumpe 14' in der beschriebenen Weise mit dem Planetenträger 4 verbunden ist.

Fig. 9 zeigt ebenfalls eine Kupplung mit Drehrichtungsumkehr. Im Unterschied zur vorigen Ausführungsform sind die Zahnradpumpen 14, 14' als Außenzahnradpumpen ausgebildet. In den einander gegenüberliegenden Gehäusewänden sind die Eintriebswelle 2 und die achsgleich zu ihr liegende Abtriebswelle 7 drehbar gelagert. Auf der Eintriebswelle 2 sitzt drehfest das Sonnenrad 1, während auf der Abtriebswelle 7 das Sonnenrad 1' drehfest angeordnet ist. Mit den Sonnenrädern 1, 1' kämmen die Planetenräder 3, 3', die außerdem mit den Hohlrädern 5, 5' in Eingriff sind. Die Planetenräder 3, 3' sitzen drehbar auf den Achsen 15, 16, die im Planetenträger 4 gelagert sind. Er sitzt drehbar auf den beiden Wellen 2, 7. Die beiden Hohlräder 5, 5' haben jeweils das Pumpenrad 11, 11', das als Außenzahnrad ausgebildet ist. In die Außenverzahnung der Pumpenräder 11, 11', die drehfest mit den Hohlrädern 5, 5' verbunden sind, greifen die auf den gehäusefesten Wellen 13 drehbar gelagerten Pumpenritzel 12, 12' ein, die zusammen mit dem Pumpenrad 11, 11' jeweils eine Zahnradpumpe 14, 14' bilden.

Wird wie bei der vorigen Ausführungsform das in der Eintriebspumpe 14 erzeugte Drucköl der Abtriebspumpe 14' so zugeführt, dass diese Abtriebspumpe 14' angetrieben wird, erzeugt dies eine Drehrichtungsumkehr der Abtriebswelle 7.

Fig. 10 zeigt ein Getriebe mit Drehrichtungsumkehr. Im Gehäuse 9 sind die Sonnenräder 1, 1' auf der Eintriebswelle 2 bzw. auf der Abtriebswelle 7 drehfest gelagert. Beide Sonnenräder 1, 1' kämmen mit den Planetenrädern 3, 3', die auf den planetenträgerseitigen Achsen 15, 16 drehbar gelagert sind. Die Planetenräder 3, 3' des Planetenträgers 4, der sowohl auf der Eintriebswelle 2 als auch auf der Abtriebswelle 7 drehbar gelagert ist, kämmen mit den Hohlrädern 5, 5'. Mit dem Hohlrad 5 ist das Pumpenrad 11 drehfest verbunden. Es ist in Eingriff mit den Pumpenritzel 12, die mit dem Gehäuse 9 fest verbunden sind. Die Pumpenritzel 12 und das Pumpenrad 11 bilden die Pumpe 14, die eine Außenzahnradpumpe ist.

Das Hohlrad 5' ist drehfest mit dem Pumpenrad 11' verbunden, das mit den mit dem Gehäuse 9 fest verbundenen Pumpenritzeln 12' in Eingriff ist. Das Pumpenrad 11' und die Pumpenritzel 12' bilden die Zahnradpumpe 14', die gleich ausgebildet ist wie die Zahnradpumpe 14 und wie diese eine Außenzahnradpumpe ist.

Das Getriebe ist mit einer weiteren Zahnradpumpe 14'' versehen. Sie hat das Pumpenrad 11'', das mit dem Planetenträger 4 drehfest verbunden und von Pumpenritzeln 12'' umgeben ist. Sie sind auf gehäusefesten Achsen 13'' drehbar gelagert und bilden mit dem Pumpenrad 11'' die Außenzahnradpumpe 14''.

Soll das Getriebe so betätigt werden, dass die Abtriebswelle 7 den gleichen Drehsinn wie die Eintriebswelle 2 hat, wird der Ölstrom an der Zahnradpumpe 14 abgebremst. Dadurch wird der Planetenträger 4 um seine Achse gedreht. Wird der Ölstrom der Zahnradpumpe 14' ebenfalls abgebremst, wird

das Sonnenrad 1' in gleicher Richtung gedreht wie das Sonnenrad 1. Auf diese Weise erfolgt der Durchtrieb in gleicher Drehrichtung. Der Ölstrom der Zahnradpumpe 14'' wird hiervon nicht beeinflusst.

Soll die Abtriebswelle 7 einen anderen Drehsinn als die Eintriebswelle 2 haben, wird der Ölstrom an der Zahnradpumpe 14'' gesperrt. Dies hat zur Folge, dass auch der Planetenträger 4 an der Drehbewegung gehindert wird. Wird nun der Ölstrom der Zahnradpumpe 14 gegensinnig an die Zahnradpumpe 14' weitergeleitet, wird diese Zahnradpumpe 14' zu einem Hydraulikmotor, der das Sonnenrad 1' entgegengesetzt zum Sonnenrad 1 antreibt. Die Abtriebswelle 7 hat dadurch einen anderen Drehsinn als die Eintriebswelle 2.

Fig. 11 zeigt einen Hydraulikschaltplan für ein Getriebe mit Drehrichtungs-umkehr, wie es anhand von Fig. 10 erläutert worden ist. Die Ansteuerung des Getriebes erfolgt hydraulisch. Diese Getriebe hat die Zahnradpumpen 14, 14' und 14''. Die Zahnradpumpen werden über einen Fahrtrichtungs-Wählschieber 21 betätigt, mit dem die Fahrstufen N, D und R eingestellt werden können. Die Pumpe 14 ist über eine Leitung 22 mit einem Öltank 23 verbunden. In der Leitung 22 sitzt ein gegen den Öltank 23 schließendes Rückschlagventil 24. Die Pumpe 14' ist über eine Leitung 25 und die Pumpe 14'' über eine Leitung 26 mit dem Öltank 23 verbunden. In beiden Leitungen 25, 26 sitzt jeweils ein Rückschlagventil 27, 28, das gegen den Tank 23 schließt. Die Leitungen 22, 25, 26 sind an die Saugseite der Pumpen 14, 14', 14'' angeschlossen. An die Druckseite der Pumpen 14, 14', 14'' schließt jeweils eine Druckleitung 29, 30, 31 an. Die Druckleitung 29 ist mit einer Tankleitung 32 verbunden, die an den Wählschieber 21 angeschlossen ist. Die Druckleitung 30 der Pumpe 14' ist an eine Tankleitung 33 angeschlossen, in der ebenfalls der Wählschieber 21 liegt.

Die Druckleitung 29 ist gegen den Öltank 23 durch ein Rückschlagventil 34 gesichert, das gegen den Tank 23 schließt. In gleicher Weise ist die Druckleitung 30 durch ein gegen den Tank 23 schließendes Rückschlagventil 35

gesichert. Die Druckleitung 29 ist über eine Leitung 36 mit einem Druckregelventil 37 verbunden; das einen Anschluss A und einen Anschluss T aufweist. An den Anschluss A ist die Leitung 36 und an den Anschluss T eine Tankleitung 38 angeschlossen.

Die Druckleitung 30 ist über eine Leitung 39 an einen Anschluss A eines Druckregelventils 40 angeschlossen. Es hat einen Anschluss T, an den eine Tankleitung 41 angeschlossen ist.

Die beiden Druckregelventile 37, 40 sind miteinander hydraulisch gekoppelt. Die Druckleitung 29 ist über eine Leitung 42 an das Druckregelventil 40 angeschlossen, das seinerseits über eine Leitung 43 mit dem Druckregelventil 37 verbunden ist.

Von der Leitung 26 zweigt im Bereich zwischen der Pumpe 14'' und dem Rückschlagventil 28 eine Leitung 44 ab, die an einen Anschluss A des Wählschiebers 21 angeschlossen ist.

Im Bereich zwischen dem Rückschlagventil 24 und der Pumpe 14 zweigt von der Leitung 22 eine Leitung 45 ab, die zum Wählschieber 21 geführt ist. In gleicher Weise zweigt von der Leitung 25 im Bereich zwischen dem Rückschlagventil 27 und der Pumpe 14' eine Leitung 46 ab, die an den Wählschieber 21 angeschlossen ist. Von den Leitungen 45, 46 zweigt jeweils eine Leitung 47, 48 ab, die zu Anschlüssen A jeweils eines Druckregelventils 49, 50 geführt sind. Wie die Druckregelventile 37, 40 sind auch die Druckregelventile 49, 50 hydraulisch miteinander gekoppelt. Die Leitung 45 ist über eine weitere Leitung 51 mit dem Druckregelventil 50 verbunden. Es ist seinerseits über eine Leitung 52 mit dem Druckregelventil 49 verbunden.

In der Darstellung gemäß Fig. 11 befindet sich der Wählschieber 21 in der Neutralstellung N, in der die Leitungen 32, 33, 45, 46 gegen den Tank 23 freigeschaltet sind. Das in diesen Leitungen befindliche Öl kann somit über den Wählschieber 21 in den Tank 23 strömen. Die Saug- und die Druckseite

der Pumpe 14'' sind nicht gegen den Tank 23 freigeschaltet. Die Pumpe 14'' ist, wie anhand von Fig. 10 erläutert worden ist, mit dem Planetenträger 4 verbunden, wodurch dieser in der Neutralstellung N des Wählschiebers 21 drehfest ist. Der Verbrennungsmotor des Kraftfahrzeuges ist über die Eintriebswelle 2 drehfest mit dem Sonnenrad 1 verbunden (Fig. 10). Wird der Verbrennungsmotor gestartet, wird darum das Sonnenrad 1 drehbar angetrieben. Da das Sonnenrad 1 mit den Planetenrädern 3 in Eingriff ist, wird über diese das Hohlrad 5 gedreht. Die Druckseite der Pumpe 14 ist über die Leitung 29, 32 und den Wählschieber 21 gegen den Tank 23 freigeschaltet. Dadurch kann das geförderte Pumpenöl ungehindert und drucklos in den Tank 23 abströmen. Wird die Drehzahl des Verbrennungsmotors erhöht, wird lediglich der Ölstrom an der Pumpe 14 erhöht. Da jedoch eine hydraulische Koppelung zur Abtriebsseite (Abtriebswelle 7) nicht gegeben ist, lässt sich das Kraftfahrzeug von Hand verschieben, da die im Getriebe vorgesehene zweite Planetenstufe 1', 3', 4, 5' ebenfalls gegen den Tank 23 freigeschaltet ist. Das Drucköl kann über die Leitung 30, 33 und über den Wählschieber 21 zum Tank 23 gefördert werden.

Wird der Wählschieber 21 in die Stellung D verschoben, dann sind die Druckleitungen 29, 30 der beiden Pumpen 14, 14' gegen den Tank 23 gesperrt. In der Schaltstellung D sind die Anschlüsse A und B des Wählschiebers 21 miteinander verbunden, so dass die Saugleitung 26 bzw. die von ihr abzweigende Leitung 44 und die Druckleitung 31 der Pumpe 14'' miteinander verbunden sind. Der Planetenträger 4 (Fig. 10) kann somit frei drehen. Da über die Eintriebswelle 2 das Sonnenrad 1 und über die Planetenräder 3 das Hohlrad 5 drehbar angetrieben werden, zieht die Pumpe 14 über die Saugleitung 22 und das Rückschlagventil 24 Öl an. Es wird über die Druckleitung 29 der Pumpe 14 in Richtung auf das Druckregelventil 37 gefördert. Über die von der Leitung 36 abzweigende Leitung 53 wirkt der Öldruck auf den Schieber des Druckregelventils 37. Dem Öldruck wirkt die Kraft wenigstens einer Feder 54 entgegen. Sie ist so eingestellt, dass der Schieber des Druckregelventils 37 erst dann gegen die Federkraft verschoben wird, wenn der Druck des Öls höher als die entgegenwirkende Federkraft ist. Dann wird

der Anschluss A mit dem Anschluss T des Druckregelventils 37 verbunden, so dass das von der Druckleitung 29 über die Leitung 36 zum Druckregelventil 37 strömende Öl über die Leitung 38 zum Tank 23 zurückgeführt wird.

Da die Druckleitung 29 über die Leitung 42 mit dem Druckregelventil 40 verbunden ist, wirkt der von der Pumpe 14 erzeugte Öldruck auch auf den Schieber des Druckregelventils 40. Der Schieber steht ebenfalls unter der Kraft wenigstens einer Druckfeder 55. Der Öldruck von der Pumpe 14 wirkt in gleicher Richtung wie die Federkraft, so dass der Schieber zuverlässig in der dargestellten Sperrstellung gehalten wird, in der die beiden Anschlüsse A und T des Druckregelventils 40 voneinander getrennt sind. Aufgrund der beschriebenen Ansteuerung der verschiedenen Ventile in der Stellung D des Wählschiebers 21 stellt sich im Räderwerk des Planetenradsatzes 10b (Fig. 10) folgender Zustand ein. Das Sonnenrad 1 wird durch den Verbrennungsmotor und die Eintriebswelle 2 drehbar angetrieben. Das Sonnenrad 1 treibt die Planetenräder 3 an, die sich am Hohlrad 5 abstützen. Das Sonnenrad 1' wird durch die Reaktionskraft der Räder des Kraftfahrzeuges im Stillstand gehalten, d.h. die Abtriebswelle 7 dreht nicht.

Beginnt der Planetenträger 4 bei stehendem Fahrzeug zu drehen, rollen die Planetenräder 3' auf dem stehenden Sonnenrad 1' ab. Dadurch wird das Hohlrad 5' drehbar angetrieben und die Pumpe 14' betätigt. Das von der Pumpe 14' geförderte Öl wird über die Druckleitung 30 und die Leitung 39 dem Druckregelventil 40 zugeführt. Gleichzeitig gelangt dieses unter Druck stehende, von der Pumpe 14' geförderte Öl über die von der Leitung 39 abzweigende Leitung 56 zum Schieber des Druckregelventils 40. Dieser Druck wirkt der entgegengerichteten Federkraft und dem Öldruck der Pumpe 14 entgegen. Dadurch baut sich ein Drehmoment am Sonnenrad 1' auf. Der von der Pumpe 14' erzeugte Öldruck wird über die Leitung 43 auch auf die Federseite des Druckregelventils 37 geschaltet. Dadurch wird der Druck des Öls an der Pumpe 14 erhöht. Steigt antriebsseitig am Sonnenrad 1 das vom Verbrennungsmotor stammende Drehmoment an, steigt auch das abtriebs-

seitige Drehmoment am Sonnenrad 1' entsprechend der Gesamtübersetzung des Planetenradsatzes 10b an.

Fährt das Kraftfahrzeug aufwärts, liegt am Sonnenrad 1' ein hohes Reaktionsdrehmoment. Es muss im Gleichgewicht mit dem Aktionsmoment des Sonnenrades 1 sein, damit das Kraftfahrzeug bergauf fahren kann. Durch das beschriebene Zusammenspiel der Druckregelventile 37, 40 stellt sich selbständig die automatische Getriebeübersetzung ein. Bei einer Drehmomenterhöhung am Sonnenrad 1 und gleich bleibendem Drehmoment am Sonnenrad 1' beschleunigt das Kraftfahrzeug. Im umgekehrten Fall, wenn also das Drehmoment am Sonnenrad 1 verringert und das Drehmoment am Sonnenrad 1' gleich bleibt, nimmt die Geschwindigkeit des Fahrzeuges ab, bis die beiden Momente wieder im Gleichgewicht sind.

In der beschriebenen Weise arbeitet das Getriebe im so genannten Zugbetrieb ZB. Im Schiebebetrieb SB arbeitet das Getriebe entsprechend umgekehrt. Dadurch ist eine Situation vorstellbar, bei der bei kontinuierlicher Erhöhung des Steigungswinkels, den das Fahrzeug zu bewältigen hat, bei gleich bleibendem Drehmoment des Verbrennungsmotors das Fahrzeug allmählich zum Stillstand kommt.

Wird der Wählschieber 21 während der Fahrt versehentlich aus der Stellung D in die Stellung N verschoben, dann wird die Schaltstellung gemäß Fig. 11 erreicht, in der die Druckseite der Pumpen 14 und 14' gegen den Tank offen sind. Auf diese Weise wird zuverlässig der Drehmomentfluss durch das Getriebe getrennt, so dass eine Beschädigung des Getriebes ausgeschlossen ist.

Für eine Rückwärtsfahrt des Kraftfahrzeuges wird der Wählschieber 21 in die Stellung R verschoben. Dies hat zur Folge, dass die Leitungen 45, 46 gegen den Tank 23 gesperrt sind. Außerdem wird der Anschluss A vom Anschluss B des Wählschiebers 21 gesperrt, so dass die Leitungen 31, 44 der Pumpe 14'' nicht mehr miteinander verbunden sind. Somit ist der Ölfluss der

Pumpe 14'' gesperrt. Die Anschlüsse C und D des Wählschiebers 21 sind durch die innere Bohrung 57 des Schiebers miteinander verbunden. Das hat zur Folge, dass die Leitung 32 der Pumpe 14 mit der Leitung 33 der Pumpe 14' verbunden ist. Dadurch ist die Druckseite der Pumpe 14 über den Wählschieber 21 mit der Druckseite der Pumpe 14' verbunden, so dass diese durch das Drucköl der Pumpe 14 angetrieben wird. Die Leitungen 45, 46 sind über die Anschlüsse E, F des Wählschiebers 21 mit dem Tank 23 verbunden.

In der Stellung R des Wählschiebers 21 treibt der Verbrennungsmotor des Kraftfahrzeuges über die Eintriebswelle 2 das Sonnenrad 1 an. Der Planetenträger 4 ist gegen Drehen arretiert, weil der Ölstrom der Pumpe 14'' unterbrochen ist. Am Sonnenrad 1' liegt somit das Reaktionsmoment der Räder des Kraftfahrzeuges an. Das Sonnenrad 1 treibt die Planetenräder 3 an, wodurch das Hohlrad 5 in Drehung versetzt wird. Die mit dem Hohlrad 5 verbundene Pumpe 14 erzeugt den Ölstrom, dessen Druck durch das Zusammenspiel der Druckregelventile 37, 40 erhöht wird. Dieses Zusammenspiel ist anhand der Schaltstellung D des Schiebers 21 erläutert worden. Das Drucköl treibt die Pumpe 14' an, die mit dem Hohlrad 5' verbunden ist. Durch das drehende Hohlrad 5' werden die Planetenräder 3' angetrieben, die sich am stehenden Planetenträger 4 abstützen. Dadurch wird das Sonnenrad 1' entgegengesetzt zum Sonnenrad 1 drehbar angetrieben. Dadurch fährt das Kraftfahrzeug rückwärts.

Fig. 12 zeigt die Möglichkeit, das Getriebe mit Drehrichtungsumkehr gemäß Fig. 10 auch teilelektrisch anzusteuern. Die Pumpe 14 hat die Druckleitung 29, an die ein Drucksensor 58 angeschlossen ist. Mit ihm kann der Öldruck in der Leitung 29 erfasst werden. Über die Leitung 36 ist die Druckleitung 29 an das Druckregelventil 37 angeschlossen. Die Druckleitung 29 ist über die Leitung 32 an den Fahrtrichtungs-Wählschieber 21 angeschlossen.

Die Pumpe 14' hat die Druckleitung 30, an die ein Drucksensor 59 angeschlossen ist. Mit ihm wird der Öldruck in der Leitung 30 erfasst. Die Druck-

leitung 30 ist über die Leitung 39 an das Druckregelventil 40 angeschlossen. Außerdem ist die Druckleitung 30 über die Leitung 33 mit dem Anschluss C des Wählschiebers 21 verbunden. Im Unterschied zur hydraulischen Ansteuerung gemäß Fig. 11 sind die beiden Druckregelventile 37, 40 nicht über Ölleitungen miteinander verbunden.

In der Leitung 45 sitzt ebenfalls ein Drucksensor 60, mit dem der Druck in der Leitung 45 erfasst werden kann. Entsprechend sitzt in der Leitung 46 ein Drucksensor 61, mit dem der Druck in der Leitung 46 erfasst werden kann. Die Leitungen 45, 46 sind ebenfalls an den Wählschieber 21 angeschlossen.

Die Pumpe 14'' ist über die Druckleitung 31 an den Anschluss B und über die Leitung 44 an den Anschluss A des Wählschiebers 21 angeschlossen.

Befindet sich der Wählschieber 21 in der Stellung N (Fig. 12), sind die Leitungen 32, 33, 45, 46 zum Tank 23 freigeschaltet. Die Leitungen 31, 44 der Pumpe 14'' sind voneinander getrennt. Da die Pumpe 14'' mit dem Planetenträger 4 verbunden ist, wird er drehfest gehalten. Wird die Eintriebswelle 2 durch den Verbrennungsmotor des Kraftfahrzeuges gedreht, wird das Sonnenrad 1 angetrieben. Über die Planetenräder 3 treibt es das Hohlrad 5 an. Da es mit der Pumpe 14 verbunden ist, fördert dementsprechend die Pumpe 14 Öl, das über die Leitungen 29, 32 und den geöffneten Wählschieber 21 zum Tank 23 strömen kann. Bei einer Drehzahlerhöhung des Verbrennungsmotors erhöht sich lediglich der von der Pumpe 14 erzeugte Ölstrom.

Für den Zugbetrieb ZB sind in der Druckleitung 29, 30 der beiden Pumpen 14, 14' die Drucksensoren 58, 59 vorgesehen. Für einen Schiebebetrieb SB sind die Drucksensoren 60, 61 an der Saugleitung 45, 46 der Pumpen 14, 14' vorgesehen. An den Sonnenrädern 1, 1' befinden sich Drehzahlsensoren, die die Drehzahl der Sonnenräder 1, 1' während des Betriebes des Getriebes erfassen.

Im Unterschied zur Ausführungsform nach Fig. 11 sind an den Druckregelventilen 37, 40 Elektromagnete 62, 63 vorgesehen, mit denen der Druck in der jeweiligen Pumpe 14, 14' rechnergesteuert geregelt werden kann. Dadurch ist es möglich, im Getriebe Gangstufen zu programmieren.

Wird der Wählschieber 21 in die Stellung D verschoben, werden die Druckleitungen 29, 32; 30, 33 gegen den Tank 23 gesperrt. Dafür werden die Druckleitung 31 und die Saugleitung 44 der Pumpe 14'' über den Wählschieber 21 miteinander verbunden. Nunmehr kann der Planetenträger 4, wie anhand der vorigen Ausführungsform erläutert worden ist, frei drehen. Das von der Pumpe 14 geförderte Öl steht über die Leitung 33 am Druckregelventil 37 an und kann nur über dieses in den Tank 23 abgeleitet werden. Dem Öldruck wirkt die Kraft der Druckfeder 54 entgegen, so dass das Druckregelventil 37 den Zugang zum Tank 23 sperrt. Erst wenn der Öldruck so hoch ist, dass er die Federkraft überwinden kann, wird der Schieber des Druckregelventils 37 gegen die Federkraft verschoben, wodurch das Druckregelventil 37 öffnet. Das Öl kann dann über die Leitung 38 zum Tank 23 abfließen. Der Elektromagnet 63 des Druckregelventils 39 wird entsprechend dem von der Pumpe 14 erzeugten Öldruck strombeaufschlagt, wodurch der Schieber des Druckregelventils 40 entsprechend belastet wird. Der Elektromagnet 63 bzw. sein Stößel wirkt in gleicher Richtung wie die Druckfeder 55. Der Schieber des Druckregelventils 40 wird darum zuverlässig in der dargestellten Schließstellung gehalten.

Wie anhand der vorigen Ausführungsform erläutert worden ist, wird das Sonnenrad 1 (Fig. 10) über die Eintriebswelle 2 vom Verbrennungsmotor drehbar angetrieben. Die vom Sonnenrad 1 angetriebenen Planetenräder 3 stützen sich am Hohlrad 5 ab. Das Sonnenrad 1' wird durch die Reaktionskraft der Fahrzeugräder im Stillstand gehalten. Der Planetenträger 4 beginnt zu drehen, wobei die Planetenräder 3' auf dem stehenden Sonnenrad 1' abrollen und das Hohlrad 5' mit der Pumpe 14' antreiben. Das von der Pumpe 14' gelieferte Öl steht über die Leitung 56 am Druckregelventil 40 an und wirkt der Feder 55 und dem Elektromagneten 63 entgegen. Es baut sich ein

Drehmoment am Sonnenrad 1' auf. Der Elektromagnet 62 des Druckregelventils 37 wird entsprechend dem von der Pumpe 14' gelieferten Druck bestromt, so dass der Stößel des Elektromagneten 62, unterstützt durch die Druckfeder 54, gegen den Druck in der Leitung 33 belastet wird. Dadurch kann der von der Pumpe 14 erzeugte Druck erhöht werden. Dementsprechend steigt das am Sonnenrad 1 eingeleitete Drehmoment an. Entsprechend der Gesamtübersetzung des Planetengetriebes steigt dann auch das Drehmoment am Sonnenrad 1' an.

Wird der Wählschieber 21 in die Stellung R verschoben, unterbricht der Wählschieber 21 die Verbindung zwischen der Druckleitung 31 und der Saugleitung 44 der Pumpe 14''. Die beiden Leitungen 29, 32 und 30, 33 werden über die Bohrung 57 des Wählschiebers 21 miteinander verbunden, so dass das unter Druck stehende Öl der Pumpe 14 die Pumpe 14' antreibt. Das Sonnenrad 1 wird über die Eintriebswelle 2 vom Verbrennungsmotor des Kraftfahrzeuges angetrieben. Da der Ölstrom der Pumpe 14' unterbrochen ist, ist der Planetenträger 4 gesperrt und kann nicht drehen. Am Sonnenrad 1' liegt das Reaktionsmoment der Fahrzeugräder an. Das Sonnenrad 1 treibt die Planetenräder 3 an, wodurch das Hohlrad 5 und damit die Pumpe 14 angetrieben werden. Der Druck des von der Pumpe 14 gelieferten Öls wird durch das Zusammenspiel der Druckregelventile 37, 40 erhöht. Dieses druckerhöhte Öl treibt die Pumpe 14' an. Da sie mit dem Hohlrad 5' verbunden ist, wird dieses gedreht und treibt dadurch die Planetenräder 3' an, die am stillstehenden Planetenträger 4 abgestützt werden und das Sonnenrad 1' entgegengesetzt zum Sonnenrad 1 drehen. Dementsprechend wird das Fahrzeug rückwärts bewegt.

Fig. 13 zeigt die Möglichkeit, das Getriebe mit Drehrichtungsumkehr gemäß Fig. 10 vollelektrisch anzusteuern. Dadurch kann ein Fahrtrichtungs-Wählschieber entfallen. Dessen Funktionen werden durch den Einsatz eines Rückwärtsfahrventils 64 und eines Sperrventils 65 ersetzt. Die Pumpe 14 hat die Druckleitung 29, in der sich der Drucksensor 58 befindet. Von der Druck-

leitung 29 zweigt die Leitung 36 zum Druckregelventil 37 ab. Die Druckleitung 29 ist an das Rückwärtsfahrventil 64 angeschlossen.

In der Saugleitung 22 sitzt das gegen den Tank 23 schließende Rückschlagventil 24. Von der Saugleitung 22 zweigt die Leitung 45 im Bereich zwischen dem Rückschlagventil 24 und der Pumpe 14 ab. Die Leitung 45 ist an das Druckregelventil 49 angeschlossen.

Die Druckleitung 30 der Pumpe 14' ist ebenfalls an das Rückwärtsfahrventil 64 angeschlossen. Von der Druckleitung 30 zweigt die Leitung 39 ab, die an das Druckregelventil 40 angeschlossen ist. Von der Saugleitung 25 der Pumpe 14' zweigt die Leitung 46 ab, die an das Druckregelventil 50 angeschlossen ist. In den Leitungen 45 und 46 sitzt jeweils der Drucksensor 60, 61. In der Druckleitung 30 sitzt der Drucksensor 59.

Die Druckleitung 31 und die Saugleitung 44 der Pumpe 14'' sind an das Sperrventil 65 angeschlossen.

Die Ventile 37, 40, 49, 50 sind entsprechend der vorigen Ausführungsform Magnetventile. Auch das Rückwärtsfahrventil 64 und das Sperrventil 65 sind Magnetventile.

In der Darstellung nach Fig. 13 sind die Magnetventile stromlos. Das Sperrventil 65 trennt die Druckleitung 31 von der Saugleitung 44 der Pumpe 14''. Dadurch ist der Ölfluss der Pumpe 14'' gesperrt. Die beiden Druckregelventile 37, 40 sind so geschaltet, dass die Druckleitungen 29, 36 und 30, 39 mit den Tankleitungen 38, 41 verbunden sind. Somit kann das von den Pumpen 14, 14' geförderte Öl in den Tank 23 strömen. Dieser Zustand entspricht der Stellung N des Fahrtrichtungs-Wählschiebers 21 gemäß den Fig. 11 und 12. Der Planetenträger 4 steht still, da der Ölfluss der Pumpe 14'' unterbrochen ist. Das von der Pumpe 14 geförderte Öl strömt über das geöffnete Druckregelventil 37 zum Tank 23. Gleiches gilt für das von der Pumpe 14' geförderte

Öl, das über das geöffnete Druckregelventil 40 zum Tank 23 zurückgeführt wird.

Soll das Fahrzeug vorwärts bewegt werden, wird das Sperrventil 65 so bestromt, dass der Schieber in die Durchlassstellung verschoben wird. Dann ist die Druckleitung 31 mit der Saugleitung 44 der Pumpe 14'' verbunden. Nunmehr kann der Planetenträger 4 frei drehen. Die Elektromagneten der Druckregelventile 37, 40 werden bestromt, so dass der Schieber dieser Ventile in die Sperrstellung verschoben wird, so dass das von den Pumpen 14, 14' geförderte Öl nicht mehr zum Tank 23 zurückströmen kann. Das Sonnenrad 1 wird über die Eintriebswelle 2 vom Verbrennungsmotor angetrieben. Über die Planetenräder 3 werden das Hohlrad 5 und damit die Pumpe 14 angetrieben. Der Planetenträger 4 beginnt zu drehen. Die Planetenräder 3' rollen auf dem zunächst noch stehenden Sonnenrad 1' ab und treiben damit das Hohlrad 5' und die Pumpe 14' an. Steigt am Sonnenrad 1 das eingeleitete Drehmoment an, nimmt auch entsprechend der Gesamtübersetzung des Planetenradsatzes 10b (Fig. 10) das Drehmoment am Sonnenrad 1' zu.

Befindet sich das Kraftfahrzeug in Bergauffahrt, liegt am Sonnenrad 1' ein hohes Reaktionsmoment an, das entsprechend den vorhergehenden Ausführungsformen im Gleichgewicht mit dem Aktionsmoment des Sonnenrades 1 ist. Die Elektromagneten der Druckregelventile 37, 40 werden so aufeinander abgestimmt, dass sich die optimale Getriebeübersetzung ergibt.

Soll das Kraftfahrzeug rückwärts fahren, wird der Elektromagnet am Sperrventil 65 stromlos geschaltet. Dies hat zur Folge, dass der Schieber des Sperrventils 65 wieder in die in Fig. 13 dargestellte Lage zurückgeschoben wird, in der die Druckleitung 31 von der Saugleitung 44 der Pumpe 14'' getrennt ist. Dadurch wird der Planetenträger 4 gegen Drehen blockiert. Der Elektromagnet des Rückwärtsfahrventils 64 wird bestromt. Der Schieber des Ventils 64 wird gegen Federkraft verschoben, wodurch die Druckleitungen 29, 30 der beiden Pumpen 14, 14' miteinander verbunden werden. Zur Druckerhöhung an der Druckseite der Pumpen 14, 14' werden außerdem die

Elektromagneten der Druckregelventile 36, 40 bestromt, wodurch in der schon beschriebenen Weise das auf das Sonnenrad 1 wirkend eingeleitete Drehmoment ansteigt. Entsprechend der Gesamtübersetzung des Planetenradsatzes 10b (Fig. 10) wird auch das ausgeleitete Drehmoment am Sonnenrad 1' erhöht.

Durch eine entsprechende Kombination der Teilgetriebe kann auch ein Achsgetriebe in Form eines Differentialgetriebes realisiert werden, bei dem der Drehmomentfluss von der Eintriebswelle 2 aus zum kurvenäußeren Rad dominiert, während das Drehmoment am kurveninneren Rad des Kraftfahrzeuges gemäß der kinematischen Gesetzmäßigkeiten nachgeführt wird. Fig. 14 zeigt eine mögliche Ausbildung eines derartigen Differentialgetriebes. Auf beiden Enden der Eintriebswelle 2 sitzt drehfest das Sonnenrad 1 und das Sonnenrad 1'. Außerdem sitzt im Bereich zwischen den Sonnenrädern 1, 1' auf der Eintriebswelle 2 drehfest ein Kegelrad 66, das mit einem Kegelrad 67 kämmt. Es sitzt drehfest auf einer Eintriebswelle 2', die senkrecht zur Eintriebswelle 2 liegt. Die Sonnenräder 1, 1' treiben wiederum die Planetenräder 3, 3' an, die in den Planetenträgern 4, 4' drehbar gelagert sind. Die Planetenträger 4, 4' sitzen drehfest auf den Abtriebswellen 7, 7', die fluchtend zur Eintriebswelle 2 liegen. Die Planetenräder 3, 3' treiben die Hohlräder 5, 5' an, die mit den Pumpenhohlrädern 11, 11' fest verbunden sind. Die Pumpenhohlräder 11, 11' kämmen mit den Pumpenritzeln 12, 12', die an den Seitenwänden des Gehäuses 9 drehbar gelagert sind. Das Pumpenhohlräder 11 mit den Pumpenritzeln 12 bildet die Zahnradpumpe 14 und das Pumpenhohlräder 11' mit den Pumpenritzeln 12' die Zahnradpumpe 14'. Die beiden Pumpen 14, 14' bilden Kraftpumpen. Die Pumpenhohlräder 11, 11' kämmen außerdem mit Referenzpumpenritzeln 68, 68', die auf gehäusefesten Achsen drehbar gelagert sind und zusammen mit den Pumpenhohlrädern 11, 11' Referenzpumpen 67, 67' bilden.

Wird der Ölstrom an den Kraftpumpen 14, 14' gesperrt, wird das mit ihnen verbundene Hohlräder 5, 5' gegen Drehen gesperrt. Wird die Eintriebswelle 2 drehbar angetrieben, dann treibt die jeweilige Abtriebswelle 7, 7' mit einer

Drehzahl gemäß der Planetengetriebeübersetzung drehbar an. Die Sonnenräder 1, 1' werden von der Eintriebswelle 2 drehbar angetrieben, wobei die Planetenräder 3, 3' am festgelegten Hohlrad 5, 5' abrollen und somit den Planetenträger 4, 4' und damit die Abtriebswelle 7, 7' drehen.

Solange das Kraftfahrzeug geradeaus fährt, drehen beide Abtriebswellen 7, 7' mit gleicher Drehzahl. Auf der Druckseite der beiden Kraftpumpen 14, 14' baut sich der gleiche, aus den Drehmomenten resultierende Druck auf. Fährt das Fahrzeug beispielsweise in eine Linkskurve, dann stellen sich innerhalb des Differentialgetriebes folgende Zustände ein. Es wird angenommen, dass mit der Abtriebswelle 7 das rechte, kurvenäußere Rad und mit der Abtriebswelle 7' das linke, kurveninnere Rad verbunden ist. Die Sonnenräder 1, 1' treiben die Planetenräder 3, 3' gegensinnig zu den Sonnenrädern an. Die Planetenräder 3, 3' treiben wiederum die Hohlräder 5, 5' gegensinnig zu den Sonnenrädern 1, 1' an, wenn die Planetenträger 4, 4' nicht drehen. Sind die beiden Hohlräder 5, 5' durch Sperren des Ölflusses an den Kraftpumpen 14, 14' festgelegt, werden die Planetenträger 4, 4' gleichsinnig zu den Sonnenrädern 1, 1' entsprechend der Getriebeübersetzung angetrieben.

Beim Einleiten einer Linkskurve dreht sich das kurveninnere Rad mit einer geringeren Drehzahl als das kurvenäußere Rad. Dadurch steigt der Druck auf der Druckseite der Kraftpumpe 14' an. Wird der Druck durch Ablassen des Ölstromes in Richtung Tank gesenkt, folgt das kurveninnere Rad seiner Kreisbahn mit verringertem Drehmoment. Wird der Pumpendruck an der Kraftpumpe 14' auf Null abgesenkt, folgt das kurveninnere Rad seiner Bahn ohne Drehmoment. Der Vortrieb wird in diesem Falle nur durch das kurvenäußere Rad erbracht. Dies würde zu seinem Untersteuern des Kraftfahrzeuges führen. Um dies zu verhindern, erhält das kurveninnere Rad so viel Drehmoment, dass sich das Kraftfahrzeug in einem neutralen Bereich zwischen Unter- und Übersteuern befindet. Je kleiner der gefahrene Kurvenradius ist, umso kleiner ist das auf das kurveninnere Rad im Verhältnis zum kurvenäußeren Rad aufzuprägende Drehmoment.

Je kleiner der Kurvenradius ist, umso größer ist die Drehzahldifferenz zwischen dem kurveninneren und dem kurvenäußeren Rad. Diese Drehzahldifferenz wird von den jeweiligen Referenzpumpen 67, 67' erfasst. Sie unterliegen keinem Druckanstieg durch die Reaktionsdrehmomente der Antriebsräder, sondern sie liefern einen Ölstrom entsprechend der Drehzahl der Hohlräder 5, 5' und damit auch der Pumpenhohlräder 11, 11'. Bei einer Linkskurve erzeugt die Referenzpumpe 67' einen höheren Ölstrom als die Referenzpumpe 67. Um diese Gesetzmäßigkeiten zu erfassen und zu regeln, ist der Einsatz einer Steuerung notwendig.

Fig. 15 zeigt beispielhaft eine vollhydraulische Ansteuerung des Differentialgetriebes gemäß Fig. 14. Die Kraftpumpe 14 hat die Druckleitung 29 und die Saugleitung 22. In der Saugleitung 22 liegt das gegen den Tank 23 schließende Rückschlagventil 24. Die Druckleitung 29 ist mit der Saugleitung 22 über eine Leitung 69 verbunden, in der eine Blende 70 liegt. Durch sie fließt ständig ein geringer Ölfluss, wodurch ein vollständiges Festsetzen des Hohlrades 5 verhindert wird.

Die Kraftpumpe 14' hat die Druckleitung 30 und die Saugleitung 25, in der sich das gegen den Tank 23 schließende Rückschlagventil 27 befindet. Die Druckleitung 30 und die Saugleitung 25 sind durch eine Leitung 71 miteinander verbunden, in der sich eine Blende 72 befindet. Durch sie wird ebenfalls ein geringer Ölfluss zwischen der Druck- und der Saugseite der Kraftpumpe 14' erreicht und dadurch eine vollständige Festsetzung des Hohlrades 5' verhindert.

Da durch die Blenden 70, 72 der geringe Ölfluss gewährleistet ist, erzeugen auch die beiden Kraftpumpen 14, 14' bei Geradeausfahrt einen kleinen Ölstrom.

Die Referenzpumpe 67 hat eine Druckleitung 73 und eine Saugleitung 74, in der ein gegen den Tank 23 schließendes Rückschlagventil 76 sitzt. Die

Druckleitung 73 ist über eine Leitung 76 mit der Saugleitung 74 verbunden. In der Leitung 76 sitzt eine Blende 77.

Die Referenzpumpe 67' hat eine Druckleitung 77 und eine Saugleitung 78, in der ein gegen den Tank schließendes Rückschlagventil 79 sitzt. Die Druckleitung 77 und die Saugleitung 78 sind durch eine Leitung 80 verbunden, in der sich eine Blende 81 befindet. Durch die Blenden 77, 81 wird ein geringer Ölfluss zwischen der Druckseite und der Saugseite der jeweiligen Referenzpumpe 67, 67' erzeugt, insbesondere wenn das Fahrzeug geradeaus fährt.

Zwischen der Druckleitung 29 und der Saugleitung 22 der Kraftpumpe 14 befindet sich ein Wechselventil 82. Auch zwischen der Druckleitung 30 und der Saugleitung 25 der Kraftpumpe 14' befindet sich ein Wechselventil 82'. Aufgrund des höheren Drucks des Öls in der Druckleitung 29, 30 sind die Wechselventile 82, 82' so geschaltet, dass die jeweilige Saugleitung 22, 25 geschlossen wird. Das unter Druck stehende Öl fließt dann einem Regelventil 83 zu. Die Wechselventile 82, 82' sind über Leitungen 84, 84' an Anschlüsse A, B des Regelventils 83 angeschlossen. Der in den Leitungen 84, 84' herrschende Öldruck steht über die Leitungen 85, 85' an beiden Seiten des Regelventils 83 an. Dieser Druck in den Leitungen 84, 85; 84', 85' wird als Regeldruck dem Regelventil 83 zugeführt.

Zwischen der Druckleitung 73 und der Saugleitung 74 der Referenzpumpe 67 befindet sich ebenfalls ein Wechselventil 86. Zwischen der Druckleitung 77 und der Saugleitung 78 der Referenzpumpe 67' ist ebenfalls ein Wechselventil 86' vorgesehen. Die Wechselventile 86, 86' sind infolge des in den Druckleitungen 73, 77 herrschenden höheren Druckes so geschaltet, dass die Saugleitungen 74, 78 geschlossen sind. Über Leitungen 87, 87' steht dieser höhere Referenzdruck ebenfalls am Regelventil 83 an. Sowohl der höhere Druck der Kraftpumpen 14, 14' als auch der höhere Druck der Referenzpumpen 67, 67' wirken jeweils an der gleichen Seite des Regelventils 83. Der Schieber des Regelventils 83 steht unter der Kraft zweier Druckfe-

dern 88, 88', die auf beide Enden des Schiebers des Regelventils 83 wirken. Die Druckfedern 88, 88' stehen in Referenz zu den Blenden 77, 81.

Bei einer Geradeausfahrt des Fahrzeuges sind die an den Kraftpumpen 14, 14' und an den Referenzpumpen 67, 67' erzeugten Drücke des Öls im Gleichgewicht. Dadurch wird der Schieber des Regelventils 83 in seiner Mittelstellung gehalten, da auf seine beiden Enden die gleichen Drücke aus den Pumpen 14, 67 und 14', 67' wirken. Dadurch ist der Tankanschluss T des Regelventils 83 geschlossen. Das an beiden Fahrzeugrädern abgegebene Drehmoment ist gleich.

Beim Einleiten einer Linkskurve wird der Ölfluss an der Referenzpumpe 67' erhöht. Dies führt zu einem Druckanstieg vor der Blende 81. Dementsprechend wird über das Wechselventil 86' dieser erhöhte Druck auf dem Regelventil 83 über die Leitung 87' zugeführt. Dadurch wird der Schieber des Regelventils 83 in Fig. 15 nach rechts verschoben. Dadurch wird der Anschluss A des Regelventils 83 mit dem Tankanschluss T verbunden, so dass das Öl der Kraftpumpe 14' von der Druckleitung 30 über das Wechselventil 32 und die Leitung 84' zum Tank 23 abfließen kann. Der Schieber des Regelventils 83 wird so weit verschoben, bis der auf seine linke Seite wirkende Druck gleich groß ist wie der auf der anderen Seite des Schiebers wirkende Gegendruck. Der Schieber befindet sich dann im Gleichgewicht. Das kurveninnere Fahrzeugrad dreht langsamer und mit vermindertem Drehmoment. Durch die Auslegung der Druckfedern 88, 88' zu den Blenden 77, 81 wird das Drehmomentverhalten an den Antriebsrädern des Kraftfahrzeuges festgelegt.

Die Wechselventile 82, 82', 86, 86' zwischen den Pumpen 14, 14', 67, 67' ermöglichen ein umgekehrtes Verhalten beim Wechsel vom Zug- in den Schubbetrieb des Kraftfahrzeuges. Die beschriebene Wirkungsweise tritt im Zugbetrieb ZB des Kraftfahrzeuges auf, bei dem das Fahrzeug durch den Verbrennungsmotor angetrieben wird. Der Schubbetrieb SB tritt dann ein, wenn das Fahrzeug beispielsweise bergab fährt und die Motorbremse aktiv

ist. Dann drehen sich die beschriebenen Verhältnisse um, indem die Wechselventile 82, 82', 86, 86' die Druckleitungen 29, 30, 73, 77 schließen.

Fig. 16 zeigt das Differentialgetriebe mit Momentverteilung mit hydraulischer Ansteuerung sowie mit einer elektrischen Momentüberlagerung. Im Unterschied zum Ausführungsbeispiel nach Fig. 15 ist an beiden Seiten des Regelventils 83 jeweils ein Elektromagnet 89, 89' vorgesehen. Mit diesen beiden Elektromagneten 89, 89' kann die Regelkraft des Regelventils 83 beeinflusst werden, was eine Änderung des Drehmoments an den Antriebsrädern des Kraftfahrzeuges zur Folge hat. Im Übrigen ist diese Ausführungsform gleich ausgebildet wie das Ausführungsbeispiel nach Fig. 15. Bei diesem Differentialgetriebe mit der Ansteuerung für eine Drehmomentüberlagerung kann im Zusammenspiel mit einem Giersensor um die Fahrzeughochachse das Eigenlenkverhalten des Kraftfahrzeuges beeinflusst werden. Mit den Elektromagneten 89, 89' kann je nach Signal des Giersensors die Regelkraft des Regelventils 83 zusätzlich zu den anstehenden Öldrücken beeinflusst werden.

Fig. 17 zeigt den Hydraulikplan für ein Automatikgetriebe mit einer Anfahrsteuerung. Die Pumpe 14 hat die Druckleitung 29 und die Saugleitung 22, in der das zum Tank 23 schließende Rückschlagventil 24 sitzt. In der Druckleitung 29 befindet sich eine Anfahrblende 90. In Strömungsrichtung hinter der Anfahrblende 90 zweigt von der Druckleitung 29 eine Leitung 91 ab, die zu einem Anfahrventil 92 führt. In Strömungsrichtung hinter der Leitung 91 sitzt die Leitung 36, von der die Leitung 53 zum Druckregelventil 37 abzweigt.

Die Pumpe 14' hat die Druckleitung 30, die entsprechend dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 11 über die Leitung 39 zum Druckregelventil 40 führt. Die beiden Druckregelventile 37, 40 sind in gleicher Weise zueinander geschaltet wie bei der Ausführungsform nach Fig. 11.

Die Pumpe 14'' hat die Leitungen 26, 44, von denen die Leitung 44 zu einem Anfahrventil 92' geführt ist.

Die Druckleitung 31 der Pumpe 14'' führt zu einem Planetenträgerventil 93. Von der Druckleitung 31 zweigt eine Leitung 94 ab, in der eine Planetenträgerblende 95 sitzt.

Beim Start des Verbrennungsmotors des Kraftfahrzeuges befindet sich der Fahrtrichtungs-Wählschieber 21 in der Neutralstellung N. Die Ölströme der beiden Pumpen 14, 14' sind gegen den Tank 23 geöffnet. Die Leitung 29 der Pumpe 14 sowie die Leitung 30 der Pumpe 14' sind an die Anschlüsse C, D des Wählschiebers 32 angeschlossen, die in der Neutralstellung N mit den jeweiligen Tankanschlüssen verbunden sind. Die Leitung 94 der Pumpe 14'' ist an den Anschluss B des Wählschiebers 21 angeschlossen, der gegen den Tankanschluss geschlossen. Dadurch ist der Ölstrom der Pumpe 14'' gesperrt. Dies hat zur Folge, dass das mit der Eintriebswelle 2 (Fig. 10) verbundene Sonnenrad 1 die mit ihm kämmenden Planetenräder 3 antreibt. Dadurch wird das mit den Planetenrädern 3 in Eingriff befindliche Hohlrad 5 gedreht. Da jedoch die Ölströme der Pumpe 14'' gesperrt sind, kann der Planetenträger 4 keine Drehbewegung ausführen. Das Hohlrad 5 wird somit entsprechend dem Übersetzungsverhältnis des Planetensatzes 10b in Rotation versetzt. Die mit dem Hohlrad 5 verbundene Pumpe 14 fördert Öl, das über den geöffneten Wählschieber 21 drucklos in den Tank 23 abgeleitet wird. Da der Planetenträger 4 nicht rotiert, bleibt auch das Hohlrad 5' in Ruhestellung, so dass die mit ihm verbundene Pumpe 14' kein Öl fördert. Ändert sich die Drehzahl der Eintriebswelle 2, wird lediglich der von der Pumpe 14 gelieferte drucklose Ölstrom geändert.

Wird das Kraftfahrzeug manuell verschoben, wird die Abtriebswelle 7 und damit das drehfest mit ihr verbundene Sonnenrad 1' gedreht. Über die Planetenräder 3' wird damit auch das Hohlrad 5' gedreht. Die mit dem Hohlrad 5' verbundene Pumpe 14' fördert einen Ölstrom, da der Planetenträger 4 in seiner Rotationsrichtung gesperrt ist, da die Ölkanäle der Pumpe 14'' in der Neutralstellung N des Wählschiebers 21 gegen den Tank 23 geschlossen

sind. Das von der Pumpe 14' geförderte Öl wird über den Wählschieber 21 drucklos in den Tank 23 abgeleitet.

Wird bei Leerlaufdrehzahl des Verbrennungsmotors des Kraftfahrzeuges der Wählschieber 21 in die Stellung D gebracht, werden die Anschlüsse C, D gegen den Tank 23 gesperrt, während der Anschluss B mit dem Anschluss A des Wählschiebers 21 verbunden ist. Dadurch kann das unter Druck stehende Öl der Pumpe 14'' über eine Leitung 96 dem Anlaufventil 92' zugeführt werden. Sein Schieber befindet sich jedoch in der Sperrstellung, so dass eine Rotationsbewegung des Planetenträgers 4 weiterhin verhindert wird.

Der von der Pumpe 14 geförderte Ölstrom passiert die Anfahrblende 90. Die Druckdifferenz des Leerlaufölstroms vor und hinter der Anfahrblende 90 ist relativ zur Drehzahl der Pumpe 14 gering. In Strömungsrichtung vor der Anfahrblende 90 ist die Druckleitung 29 über eine Leitung 97 mit dem Anfahrventil 92 verbunden. Über diese Leitung 97 wird das Drucköl einer Druckfläche des Anfahrventils 92 zugeführt. Auf der gegenüberliegenden Seite wird der Schieber des Anfahrventils 92 durch eine Druckfeder 98 belastet, der der Öldruck auf der gegenüberliegenden Seite entgegenwirkt. In Strömungsrichtung hinter der Anfahrblende 90 wird über die Leitung 91 dem Anfahrventil 92 auf der Seite der Druckfeder 98 der Öldruck zugeführt. Der Schieber des Anfahrventils 92 wird somit auf der einen Seite durch den Öldruck vor der Anfahrblende 90 und auf der anderen Seite durch den Öldruck hinter der Anfahrblende 90 und der Kraft der Druckfeder 98 belastet. Bei Leerlaufdrehzahl ist der Öldruck, der über die Leitung 97 auf den Ventilschieber wirkt kleiner als die Summe aus dem Öldruck in der Leitung 91 nach der Anfahrblende 90 und der Federkraft. Dadurch bleibt das Anfahrventil 92 in der geschlossenen Stellung, so dass kein Öl über eine Leitung 99 vom Anfahrventil 92 an das Anlaufventil 92' weitergeleitet wird. Der Schieber des Anlaufventils 92' wird durch die Kraft einer Druckfeder 100 in seiner dargestellten Schließstellung gehalten.

Der Schieber des Druckregelventils 37 steht unter der Kraft der Druckfeder 54. Ihm entgegen wirkt der Öldruck des Volumenstromes aus der Pumpe 14, der über die Leitung 53 auf die andere Seite des Schiebers des Druckregelventils 37 geführt wird. Solange die Kraft der Druckfeder 54 größer ist als der auf der Gegenseite anstehende Öldruck, bleibt der Schieber des Druckregelventils 37 in der dargestellten Schließstellung, in der die Druckleitung 29 vom Tank 23 getrennt ist. Der Druck des Öls der Pumpe 14 wird so lange erhöht, bis der Schieber des Druckregelventils 37 gegen die Kraft der Druckfeder 54 verschoben wird und dadurch den Ölfluss in den Tank 23 freigibt. Wird die Leerlaufdrehzahl des Verbrennungsmotors des Kraftfahrzeuges erhöht, wird über die Eintriebswelle 2 damit auch die Drehzahl des Hohlrades 5 und damit der von der Pumpe 14 gelieferte Ölvolumenstrom erhöht. Dieser erhöhte Volumenstrom führt dazu, dass sich der Differenzdruck vor und hinter der Anfahrblende 90 erhöht. Sobald die Druckkraft, die über die Leitung 97 auf den Schieber des Anfahrventils 92 wirkt, größer ist als die auf die gegenüberliegende Seite des Schiebers des Anfahrventils 92 wirkende Kraft, öffnet das Anfahrventil 92. Auf die andere Seite des Schiebers des Anfahrventils 92 wirken die Kraft der Druckfeder 98 sowie über die Leitung 91 der hinter der Anfahrblende 90 wirkende Druck. Sobald der Schieber des Anfahrventils 92 geöffnet wird, wird der Weg für das Drucköl in der Leitung 91 zum Anlaufventil 92' freigegeben. Dieses Öl kann über die Leitung 99 zum Anlaufventil 92' strömen. Der in der Leitung 99 wirkende Druck wirkt auf die der Druckfeder 100 gegenüberliegende Seite des Schiebers des Anlaufventils 92'. Sobald der Druck in der Leitung 99 größer ist als der entgegenwirkende Druck der Feder 100, wird der Schieber des Anlaufventils 92' verschoben, so dass die Leitung 96 zum Tank 23 freigegeben wird. In der Stellung D des Wählschiebers 21 ist der Anschluss B mit dem Anschluss A verbunden. Wird das Anlaufventil 92' in der beschriebenen Weise geöffnet, wird somit eine Verbindung zwischen der Druckleitung 31, 94 der Pumpe 14' und dem Tank 23 über das Anlaufventil 92' hergestellt. Somit wird der Ölstrom der Pumpe 14' freigegeben. Dies hat zur Folge, dass nunmehr der Planetenträger 4 nicht mehr gegen Drehen gesperrt ist und seine Rotationsbewegung ausführen kann. Die Planetenräder 3' kämmen am stehenden Sonnenrad 1'

und drehen das Hohlrad 5'. Auf diese Weise fördert die mit dem Hohlrad 5' verbundene Pumpe 14'' einen Ölstrom.

Der Druck der Pumpe 14 wird dem Druckregelventil 40 über die Druckleitung 29 und die Leitung 42 auf der Druckfederseite zugeführt. Somit wirkt auf den Schieber des Druckregelventils 40 außer der Kraft der Druckfeder 55 auch der Öldruck der Pumpe 14. Dadurch bleibt der Schieber des Druckregelventils 40 in der gezeichneten Schließstellung. An der Druckseite der Pumpe 14' baut sich ein Druck auf, der am Druckregelventil 40 über die Leitung 39, 56 auf dessen Schieber gegen die Kraft der Druckfeder 55 und den Öldruck des von der Pumpe 14 geförderten Volumenstromes wirkt. Entsprechend diesem Druckaufbau auf der Druckseite der Pumpe 14' baut sich an der Abtriebswelle 7 ein Drehmoment auf.

Der von der Pumpe 14' erzeugte Druck wird über die Leitung 43 der Federseite des Druckregelventils 37 zugeführt. Somit wirkt auf den Schieber des Druckregelventils 37 die Federkraft zusammen mit dem Öldruck der Pumpe 14' gegen den auf die andere Seite des Schiebers wirkenden Öldruck der Pumpe 14. Dies hat zur Folge, dass der Druck des von der Pumpe 14 gelieferten Ölstroms erhöht wird. Dementsprechend steigt aber auch das abgeforderte Drehmoment des Verbrennungsmotors des Kraftfahrzeuges an. Ist die Drehmomentgrenze des Verbrennungsmotors erreicht und steigt der Druck des von der Pumpe 14' gelieferten Öles weiter an, wird der Schieber des Druckregelventils 40 verschoben, wodurch der Ölstrom von der Pumpe 14' zum Tank 23 freigegeben wird. Durch das Zusammenspiel der Druckfedern 54, 101 der Druckregelventile 37, 49 wird der Drehmomentpunkt für das maximale Drehmoment des Verbrennungsmotors eingestellt. Fällt der Pumpendruck an der Pumpe 14' bei gleichbleibendem Pumpendruck der Pumpe 14 ab, beschleunigt das Fahrzeug. Übersteigt umgekehrt der Pumpendruck der Pumpe 14' den Pumpendruck der Pumpe 14, wird das Kraftfahrzeug verzögert.

Stellt sich bei der Fahrt auf einer ebenen Strecke der Zustand ein, dass der Pumpendruck der Pumpe 14' dem Pumpendruck der Pumpe 14 bei Leerlaufdrehzahl entspricht, würde das abschaltende Anfahrventil 92 das geöffnete Anlaufventil 92' schließen. Dies hätte zur Folge, dass damit die Verbindung der Druckleitung 31, 94 zum Tank 23 unterbrochen wäre und dass damit der Planetenträger 4 gegen Drehen gesperrt wäre. Um dies zu verhindern, befindet sich in der Druckleitung 31 von der Pumpe 14'' zum Wählschieber 21 die Planetenträgerblende 95. Der Druck vor und hinter der Planetenträgerblende 95 wird in gleicher Weise, wie bei der Anfahrblende 90 beschrieben, dem Anlaufventil 92' zugeführt. Auf den Schieber des Planetenträgerventils 93 wirkt die Kraft der Druckfeder 102 zusammen mit dem hinter der Planetenträgerblende 95 über die Leitung 103 anstehenden Öldruck. Auf der gegenüberliegenden Seite des Schiebers des Planetenträgerventils 93 steht der Öldruck in der Druckleitung 31 der Pumpe 14'' an. Sobald der auf diese Seite des Schiebers wirkende Druck größer ist als der Gegendruck durch die Druckfeder 102 und den Öldruck hinter der Planetenträgerblende 95, wird der Schieber des Planetenträgerventils 93 verschoben, so dass das Öl hinter der Planetenträgerblende 95 zur Leitung 104 freigegeben wird. Ist der auf den Schieber des Anlaufventils 92' wirkende Druck größer als die von der Druckfeder 100 erzielte Gegenkraft, wird das Anlaufventil 92' geöffnet, so dass die Leitung 94 hinter der Planetenträgerblende 95 über den Wählschieber 21 und die Leitung 96 zum Tank 23 freigeschaltet ist. Dadurch wird der Planetenträger 4 freigegeben, so dass er drehen kann. Sobald sich der Planetenträger 4 dreht, wird das daraus resultierende Steueröl aus dem Planetenträgerventil 93 parallel zum Steueröldruck über die Leitung 99 aus dem Anfahrventil 92 dem Anlaufventil 92' zugeführt. Auf diese Weise wird verhindert, dass bei fahrendem Fahrzeug und einer Drehzahlverringerung des Verbrennungsmotors auf Leerlaufdrehzahl der Planetenträger 4 stillgesetzt wird. Steht das Fahrzeug still, wird diese Selbsthaltung zurückgesetzt.

Bei dieser Ausführungsform sind die Druckregelventile 49 und 50 in ihrer Funktion im Schiebetrieb SB des Kraftfahrzeuges gleich den Druckregelventilen 37, 40 im Zugbetrieb ZB des Kraftfahrzeuges.

Der Wählschieber 21 kann bei Leerlaufdrehzahl des Verbrennungsmotors in die Stellung R gebracht werden, um das Fahrzeug rückwärts zu fahren. In dieser Stellung des Wählschiebers 21 wird das Drucköl der Pumpe 14 der Saugseite der Pumpe 14' zugeführt. Die Bohrung 57 im Wählschieber 21 verbindet die Druckleitung 29 der Pumpe 14 hinter der Anfahrblende 90 mit einer Leitung 105, die den Wählschieber 21 mit der Saugleitung 25 der Pumpe 14' verbindet. Im Gegensatz zur Vorwärtsfahrt treibt dieser Ölstrom das Hohlrad 5' und damit die mit ihm kämmenden Planetenräder 3' an. Sie wälzen sich am stehenden Sonnenrad 1' ab. Dadurch wird der Planetenträger 4 im Unterschied zur Vorwärtsfahrt in die andere Richtung gedreht. Der Ölstrom der Pumpe 14'' ist gegen den Tank 23 geöffnet. Das von der Pumpe 14'' geförderte Öl strömt drucklos über das Anlaufventil 92' und den Wählschieber 21 in den Tank 23 ab. Dadurch baut sich an deren Abtriebswelle 7 kein Drehmoment auf, so dass sich das Kraftfahrzeug auch nicht in Bewegung setzt.

Wird die Drehzahl der Eintriebswelle 2 erhöht, vergrößert sich der Differenzdruck an der Anfahrblende 90. Dies hat zur Folge, dass das Anfahrventil 92 durchgeschaltet wird. Dadurch wird die Leitung 91 mit der Leitung 99 verbunden, über die dem Anlaufventil 92' ein Steuerdruck analog der Vorwärtsfahrt zugeführt wird. Das Anlaufventil 92' wird dadurch geschlossen, so dass der Ölstrom der Pumpe 14'' nicht mehr zum Tank 23 strömen kann. Dadurch wird der Planetenträger 4 gegen Drehen gesperrt. Der Kraftfluss für den Rückwärtsgang ist somit geschlossen, so dass sich das Kraftfahrzeug rückwärts bewegt.

Der Pumpendruck der Pumpe 14 wirkt über die Leitungen 29, 36, 53 auf die federabgewandte Seite des Druckregelventils 37 und über die Leitungen 22, 51 auf die Federseite des Druckregelventils 15. Der Pumpendruck der Pumpe 14' wirkt über die Leitungen 25, 52 auf die federabgewandte Seite des Druckregelventils 50 und über die Leitungen 30, 39, 43 auf die Federseite

des Druckregelventils 37. Dieses Vertauschen der Steuerölströme wird durch den Wählschieber 21 ermöglicht.

Fig. 18 zeigt eine Ausführungsform, die dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 17 entspricht. Der Unterschied liegt darin, dass der Wählschieber 21 keine Schaltstellung für den Rückwärtsgang R aufweist. Dementsprechend kann mit dem Fahrzeug nur vorwärts gefahren werden. Der Wählschieber 21 hat dementsprechend auch nur die beiden Schaltstellungen N für Neutralstellung und D für Vorwärtsfahrt. Die Anbindung der Pumpen 14, 14' an die Druckregelventile 37, 40, 49, 50 ist gleich wie beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 17. Das Anfahrventil 92, das Anlaufventil 92' und das Planetenträgerventil 93 sind entsprechend der vorhergehenden Ausführungsform ausgebildet und angeordnet. Bis auf die fehlende Möglichkeit, den Wählschieber 21 in die Schaltstellung R zu verschieben, entspricht diese Ausführungsform hinsichtlich seiner Wirkungsweise vollständig der Ausführungsform nach Fig. 17. Ist der Wählschieber 21 in die Stellung D geschaltet, dann ist die Druckleitung 31 der Pumpe 14'' über die Leitung 94 und den Wählschieber 21 mit dem Anlaufventil 92' verbunden. Das Planetenträgerventil 93 befindet sich zunächst in seiner gezeichneten Schließstellung, in der die Druckleitung 31 der Pumpe 14'' gegen den Tank 23 gesperrt ist, so dass der Planetenträger 4 gegen Drehen gesperrt ist. Da außerdem das Anlaufventil 92' zunächst seine Schließstellung einnimmt, kann das Drucköl in der Leitung 94 nicht zum Tank 23 ablaufen. Erst wenn das Anlaufventil 92' entsprechend der vorigen Ausführungsform geöffnet wird, kann das Drucköl aus der Leitung 94 über den Wählschieber 21 und das geöffnete Anlaufventil 92' zum Tank 23 ablaufen. Dies hat zur Folge, dass der Planetenträger 4 nicht mehr gegen Drehen gesperrt ist, sondern um seine Achse drehen kann. Wie bei der vorigen Ausführungsform verhindert die Planetenträgerblende 95 eine Blockierung des Planetenträgers 4, wenn der Pumpendruck der Pumpe 14' dem Pumpendruck der Pumpe 14 bei Leerlaufdrehzahl entspricht.

Das Getriebe nach Fig. 19 entspricht dem Getriebe nach Fig. 11 mit dem Unterschied, dass der Wählschieber 21 keine Schaltstellung R für den

Rückwärtsgang hat. Die Pumpen 14 und 14' sind in gleicher Weise wie im Ausführungsbeispiel nach Fig. 11 mit den Druckregelventilen 37, 40, 49, 50 verbunden. Bei der Pumpe 14'' fehlt die Leitung 44, die die Saugleitung 26 der Pumpe 14'' beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 11 mit dem Wählschieber 21 verbindet. Im Übrigen arbeitet dieses Getriebe in gleicher Weise wie die Ausführungsform nach Fig. 11.

Fig. 20 zeigt einen Hydraulikschaltplan für ein Getriebe, das eine Kupplung entsprechend Fig. 8 aufweist. Die beiden Pumpen 14, 14' sind in gleicher Weise wie beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 19 mit den Druckregelventilen 37, 40, 49, 50 verbunden. Ein Wählschieber ist nicht vorhanden, so dass dieses Getriebe nicht schaltbar ist. Bezüglich der Vorwärtsfahrt kann somit auf die entsprechenden Ausführungen zum Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 11 Bezug genommen werden. Dreht die Eintriebswelle 2 (Fig. 8), dann wird über das Sonnenrad 1 und die Planetenräder 3 das Hohlrad 5 drehbar angetrieben. Die mit dem Hohlrad 5 verbundene Pumpe 14 erzeugt einen Ölstrom in der Druckleitung 29, der über die Leitung 36, 53 der federabgewandten Seite des Schiebers des Druckregelventils 37 zugeführt wird. Außerdem wird der Öldruck über die Leitung 29 der Federseite des Druckregelventils 40 zugeführt. Der Pumpendruck der Pumpe 14' wird über die Druckleitung 30, die Leitung 39 und die Leitung 42 auf die federabgewandte Seite des Druckregelventils 40 sowie auf die Federseite des Druckregelventils 37 geleitet. Dadurch wird der Druck an der Pumpe 14 erhöht, bis der Pumpendruck an der federabgewandten Seite des Schiebers höher ist als der entgegenwirkende Druck der Druckfeder 54 und der Öldruck in der Leitung 42. Das Druckregelventil 37 wird geöffnet, so dass das unter Druck stehende Öl aus der Leitung 36 über die Tankleitung 38 zum Tank 23 zurückgeführt wird.

Das Sonnenrad 1' wird durch die Reaktionskraft der Fahrzeugräder angehalten. Dies hat zur Folge, dass der Planetenträger 4 zu drehen beginnt, wodurch die Planetenräder 3' auf dem stehenden Sonnenrad 1' abrollen und das Hohlrad 5' und damit die Pumpe 14' drehbar antreiben. Über die Druckleitung 30 wird der entstehende Öldruck der federabgewandten Seite des

Schiebers des Druckregelventils 40 und der Federseite des Schiebers des Druckregelventiles 37 zugeführt. Da der Pumpendruck aus der Pumpe 14' auf die Federseite des Druckregelventils 37 geschaltet ist, wird der Druck an der Pumpe 14 erhöht. Steigt somit an der Eintriebswelle 2 das eingeleitete Drehmoment, steigt nach den Gesetzen der Gesamtübersetzung des Planetenradsatzes auch das ausgeleitete Drehmoment am Sonnenrad 1' und somit an der Abtriebswelle 7.

Die Druckregelventile 49, 50 sind für den Schiebetrieb SB vorgesehen, bei dem die Druckregelventile 49, 50 über die Leitungen 45, 46 mit den Pumpen 14 und 14' verbunden sind. Die Leitung 45 zweigt von der Saugleitung 22 der Pumpe 14 und die Leitung 46 von der Saugleitung 25 der Pumpe 14' ab. Dementsprechend wird im Schiebetrieb SB der in der Leitung 45 herrschende Druck an die Federseite des Schiebers des Druckregelventiles 50 geführt. Von der Leitung 45 zweigt die Leitung 47 ab, über die das Öl der Pumpe 14 an die federabgewandte Seite des Schiebers des Druckregelventiles 49 geleitet wird. Der Öldruck in der Leitung 46 wird über die Leitung 48 und die Leitung 52 an die federabgewandte Seite des Schiebers des Druckregelventils 50 und an die Federseite des Schiebers des Druckregelventils 49 geführt. Je nach den Druckverhältnissen an den jeweiligen Druckregelventilen 49, 50 werden diese geöffnet, so dass das Öl zum Tank 23 abströmen kann.

Fig. 21 zeigt eine besonders einfache Ausbildung des Differentialgetriebes gemäß Fig. 14. Die Steuerung ist vollelektrisch ausgebildet. Sie hat das Regelventil 83, an das die Pumpen 14, 14' über die Wechselventile 82, 82' angeschlossen sind. Parallel zu den Wechselventilen 82, 82' liegen die Blenden 70, 72 in den Leitungen 69, 71. Diese Leitungen verbinden die Druckleitungen 29, 30 mit den Saugleitungen 22, 25 der Pumpen 14, 14'. In den Leitungen 84, 84' von den Wechselventilen 82, 82' zum Regelventil 83 sitzt jeweils ein Drucksensor 106, 107. Der in der Leitung 84 herrschende Öldruck wird über die Leitung 85 an die eine Seite des Schiebers des Regelventils

83 herangeführt. An der anderen Seite des Schiebers des Regelventiles 83 steht der Öldruck in der Leitung 85' an, die von der Leitung 84' abzweigt.

Fährt das Kraftfahrzeug geradeaus, dann drehen beide Abtriebswellen 7, 7' (Fig. 14) mit gleicher Drehzahl. Auf den Druckseiten der beiden Pumpen 14, 14' baut sich der gleiche Druck im Öl auf. Dieser Druck wird von den Drucksensoren 106, 107 erfasst. Aufgrund der gleichen Drücke bleibt der Schieber des Regelventils 83 in seiner Mittelstellung, in der der Zufluss zum Tank 23 gesperrt ist. Bei einer Kurvenfahrt wird der Ölfluss, wie anhand von Fig. 15 und 16 erläutert worden ist, erhöht.

Beim Einleiten einer Links- oder einer Rechtskurve dreht sich das kurveninnere Rad mit einer geringeren Drehzahl als das jeweilige kurvenäußere Rad. Beim Einleiten einer Linkskurve steigt dadurch der Druck auf der Druckseite der Kraftpumpe 14' an. Umgekehrt steigt der Druck auf der Druckseite der Kraftpumpe 14 dann an, wenn eine Rechtskurve eingeleitet bzw. gefahren wird. Der Druck wird jeweils durch Ablassen des Ölstromes in Richtung Tank 23 gesenkt. Dann folgt das jeweilige kurveninnere Rad seiner Kreisbahn mit verringertem Drehmoment. Wird bei der Linkskurve der Pumpendruck an der Kraftpumpe 14' auf Null abgesenkt, folgt das kurveninnere Rad seiner Bahn ohne Drehmoment. Gleiches gilt, wenn der Pumpendruck an der Kraftpumpe 14 auf Null abgesenkt wird. Der Vortrieb wird in diesem Falle nur durch das jeweilige kurvenäußere Rad erbracht. Um ein Untersteuern des Kraftfahrzeuges zu verhindern, erhält das jeweilige kurveninnere Rad nur so viel Drehmoment, dass sich das Kraftfahrzeug in einem neutralen Bereich zwischen Unter- und Übersteuern befindet. Je kleiner der gefahrene Kurvenradius ist, umso kleiner ist das auf das jeweilige kurveninnere Rad im Verhältnis zum jeweiligen kurvenäußeren Rad aufzuprägende Drehmoment.

Je kleiner der Kurvenradius ist, umso größer ist die Drehzahldifferenz zwischen dem kurveninneren und dem kurvenäußeren Rad. Die Drehzahldifferenz wird von den beiden Kraftpumpen 14, 14' erfasst. Sie liefern einen Ölstrom entsprechend der Drehzahl der Hohlräder 5, 5' und damit auch der

Pumpenhohlräder 11, 11'. Bei einer Linkskurve erzeugt die Kraftpumpe 14' einen höheren Ölstrom als die Kraftpumpe 14. Dementsprechend erzeugt bei einer Rechtskurve die Kraftpumpe 14 einen höheren Ölstrom als die Kraftpumpe 14'.

Die Steuerung ist im Wesentlichen gleich aufgebaut wie die hydraulische Steuerung gemäß Fig. 15. Aufgrund des höheren Drucks des Öls in der jeweiligen Druckleitung 29 und 30 der beiden Kraftpumpen 14 und 14' sind die Wechselventile 82, 82' so geschaltet, dass die jeweilige Saugleitung 22, 25 der Kraftpumpen 14, 14' geschlossen ist. Das unter Druck stehende Öl fließt dann dem Regelventil 83 zu, an das die Wechselventile 82, 82' mittels der Leitungen 84, 84' angeschlossen sind. Außerdem steht der in den Leitungen 84, 84' herrschende Öldruck über die Leitungen 85, 85' an beiden Seiten des Regelventils 83 an. Der Druck in den Leitungen 84, 85; 84', 85' wird als Regeldruck dem Regelventil 83 zugeführt.

Der Schieber des Regelventils 83 wird außer durch den Öldruck auf beiden Seiten mit jeweils einer Druckfeder 88, 88' beaufschlagt.

An beiden Seiten des Regelventils 83 ist außerdem jeweils der Elektromagnet 89, 89' vorgesehen. Mit ihnen kann die Regelkraft des Regelventils 83 elektrisch beeinflusst werden, was eine Änderung des Drehmoments an den Antriebsrädern des Kraftfahrzeuges zur Folge hat.

Bei einer Geradeausfahrt des Fahrzeuges sind die an den Kraftpumpen 14, 14' erzeugten Drücke des Öls im Gleichgewicht. Dadurch wird der Schieber des Regelventils 83 in seiner Mittelstellung gehalten. Der Tankanschluss T des Regelventils 83 ist darum geschlossen. Das an beiden Fahrzeugrädern abgegebene Drehmoment ist gleich.

Beim Einleiten einer Linkskurve wird der Ölfluss an der Kraftpumpe 14' erhöht, was dazu führt, dass dieser hohe Öldruck über die Druckleitung 30 und die Leitungen 84', 85' auf die in Fig. 21 linke Seite des Schiebers des Re-

gelventils 83 wirkt. Der Schieber des Regelventils 83 wird dementsprechend nach rechts verschoben, so dass der Anschluss A des Regelventils 83 mit dem Tankanschluss T verbunden wird. Das Öl der Kraftpumpe 14' kann somit von der Druckleitung 30 über das Regelventil 83 zum Tank 23 abfließen.

Gleichzeitig mit der Druckbeaufschlagung des Schiebers des Regelventils 83 durch den Öldruck in der Druckleitung 30 der Kraftpumpe 14' wird der Elektromagnet 89' erregt, dessen Stößel somit in gleicher Richtung wie der Öldruck auf den Schieber des Regelventils 83 wirkt. Der Schieber wird so weit verschoben, bis der auf seine linke Seite wirkende Druck gleich groß ist wie der auf die andere Schieberseite wirkende Gegendruck. Der Elektromagnet 89 an dieser gegenüberliegenden Schieberseite wird vorteilhaft so bestromt, dass die für das Gleichgewicht notwendige Stellung des Schiebers erreicht wird. Dann dreht das kurveninnere Fahrzeugrad langsamer und mit vermindertem Drehmoment.

Beim Einleiten einer Rechtskurve wird der Ölfluss an der Kraftpumpe 14 erhöht, der über die Druckleitung 29 und die Leitungen 84, 85 an der entsprechenden Seite des Schiebers des Regelventils 83 anliegt. Außerdem wird der Elektromagnet 89 entsprechend bestromt, so dass der Schieber des Regelventils 83 in Fig. 21 nach links verschoben wird. Dadurch wird der Anschluss B mit dem Tankanschluss T des Regelventils 83 verbunden, so dass das Öl zum Tank 23 abströmen kann. Der Schieber wird wiederum so weit nach links verschoben, bis die auf seine beiden Enden wirkenden Drücke gleich sind. Der Elektromagnet 89' wird entsprechend bestromt, damit der Schieber seine Gleichgewichtslage zuverlässig erreicht.

Die beiden Elektromagneten 89, 89' werden jeweils so bestromt, dass in Abhängigkeit von der Drehzahl des kurvenäußeren Rades und damit in Abhängigkeit vom Öldruck in der jeweiligen Druckleitung der Kraftpumpe 14, 14' der Schieber zuverlässig in seine jeweilige Gleichgewichtslage gelangt.

Mit dieser vollelektrischen Steuerung des Differentialgetriebes gemäß Fig. 14 ist eine einfache und dennoch zuverlässige Steuerung möglich.

Fig. 22 zeigt einen Planetenradsatz 10c für ein Getriebe ohne einen Rückwärtsgang. Der Planetenradsatz 10c hat das Gehäuse 9, in dessen Seitenwänden die Eintriebswelle 2 und die Abtriebswelle 7 drehbar gelagert sind. Mit der Eintriebswelle 2 ist das Sonnenrad 1 drehfest verbunden, das mit den Planetenrädern 3 kämmt, die im Planetenträger 4 drehbar gelagert sind. Die Planetenräder 3 greifen in die Innenverzahnung des Hohlrades 5 ein, das das Pumpenhohlrade 11 trägt. In seine Innenverzahnung greifen die Pumpenritzel 110 ein, die über den Umfang des Pumpenhohlrades 11 gleichmäßig verteilt angeordnet sind. Das Pumpenhohlrade 11 und die Pumpenritzel 110 bilden die Innenzahnradpumpe 14. Die Pumpenritzel 110 sitzen drehbar auf einem Träger 108, der drehfest mit dem Planetenträger 4 verbunden ist. Der Träger 108 und der Planetenträger 4 sind auf der Eintriebswelle 2 drehbar gelagert. Das Hohlrade 5 seinerseits ist relativ zur Eintriebswelle 2 sowie zum Planetenträger 4 drehbar.

Auf dem Träger 108 ist ein Pumpenrad 109 befestigt, das mit Pumpenritzeln 12 in Eingriff ist, die auf gehäusefesten Achsen drehbar gelagert sind. Das Pumpenrad 109 und die Pumpenritzel 12 bilden eine Außenzahnradpumpe 111.

Durch die Pumpe 111 wird der Planetenträger 4 gegenüber dem Gehäuse 9 abgebremst.

Am Planetenträger 4 sind weitere Planetenräder 3' drehbar gelagert, die in eine Innenverzahnung 112 des Gehäuses 9 sowie in die Außenverzahnung des Sonnenrades 1' eingreifen, das drehfest auf der Abtriebswelle 7 sitzt.

Die beiden Pumpen 14 und 111 erzeugen einen Ölstrom, solange zwischen dem Planetenträger 4 und dem Hohlrade 5 eine Differenzdrehzahl vorliegt.

Sie kann dadurch auftreten, dass der Planetenträger 4 relativ drehbar zur Eintriebswelle 2 und zur Abtriebswelle 7 gelagert ist.

Fig. 23 zeigt eine Weiterbildung des Getriebes nach Fig. 22. Dieses Getriebe hat den Planetenradsatz 10d mit der in den Seitenwänden des Gehäuses drehbar gelagerten Eintriebswelle 2 und Abtriebswelle 7. Die Eintriebswelle 2 ist drehfest mit dem Sonnenrad 1 verbunden, in das die Planetenräder 3 eingreifen, die im Planetenträger 4 drehbar gelagert sind. Die Planetenräder 3 greifen in das Hohlrad 5 ein, das das Pumpenrad 11 aufweist, das mit den Pumpenritzeln 110 des Trägers 108 zusammenwirkt. Das Pumpenrad 11 und die Pumpenritzel 110 bilden die Pumpe 14. Der Träger 108 weist das Pumpenrad 109 auf, das mit den gehäuseseitig gelagerten Pumpenritzeln 12 in Eingriff ist und mit ihnen die Pumpe 111 bildet.

Auf der Abtriebswelle 7 sitzt drehfest das Sonnenrad 1', in das die im Planetenträger 4 drehbar gelagerten Planetenräder 3' eingreifen. Sie kämmen mit dem Hohlrad 5', das ebenso wie das Hohlrad 5 relativ zur Abtriebswelle 7 und zum Planetenträger 4 drehbar ist. Das Hohlrad 5' hat das Pumpenrad 11', das mit den Pumpenritzeln 12' in Eingriff ist. Im Unterschied zum Getriebe nach Fig. 10 sind die Pumpenritzel 12' nicht am Gehäuse 9, sondern an einem Träger 108' drehbar gelagert, der drehfest mit dem Planetenträger 4 verbunden und relativ zur Abtriebswelle 7 drehbar ist. Das Pumpenrad 11' mit den Pumpenritzeln 12' bildet die Innenzahnradpumpe 14'. Sie ist gleich ausgebildet wie die Pumpe 14.

Der Träger 108' weist weitere Pumpenritzel 12'' auf, die drehbar am Träger 108' gelagert und in Eingriff mit dem Pumpenhohlrad 11' sind. Es bildet zusammen mit den Pumpenritzeln 12'' die Zahnradpumpe 14''. Das Hohlrad 5' ist relativ zum Planetenträger 4 und zum Träger 108' drehbar.

Die Pumpe 14'' ist gleich angebracht wie die Pumpe 14'. Die Pumpe 111 bremst wiederum den Planetenträger 4 gegenüber dem Gehäuse 9 ab. Die Pumpen 14' und 14'' erzeugen einen Ölstrom, solange zwischen dem Plane-

tenträger 4 und dem Hohlrad 5 eine Differenzdrehzahl besteht. Aufgrund der beiden Hohlräder 5, 5', der beiden Träger 108, 108' und den drei Pumpen 14, 14', 14'' kann mit diesem Getriebe unter Ausnutzung der Differenzdrehzahl das Fahrzeug auch rückwärts fahren.

Die Fig. 24 und 25 zeigen ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Fahrzeuggetriebes mit Rückwärtsgang. Das Getriebe hat das Gehäuse 9, in dessen Seitenwänden die Eintriebswelle 2 und die fluchtend zu ihr liegende Abtriebswelle 7 drehbar gelagert sind. Auf der Eintriebswelle 2 sitzt drehfest das Sonnenrad 1 und auf der Abtriebswelle 7 drehfest das Sonnenrad 1'. Mit dem Sonnenrad 1 sind die Planetenräder 3 und mit dem Sonnenrad 1' die Planetenräder 3' in Eingriff. Die Planetenräder 3 kämmen mit dem Hohlrad 5 und die Planetenräder 3' mit dem Hohlrad 5'. Die Planetenräder 3, 3' sind drehbar im Planetenträger 4 gelagert.

Das Hohlrad 5 ist mit dem Pumpenhohlrad 11 versehen, in das die gehäuseseitig drehbar gelagerten Pumpenritzel 12 eingreifen. Sie bilden zusammen mit dem Pumpenhohlrad 11 die Pumpe 14.

Das Hohlrad 5' hat ebenfalls das Pumpenhohlrad 11', in das die gehäuseseitig gelagerten Pumpenritzel 12' eingreifen. Sie bilden zusammen mit dem Pumpenhohlrad 11' die Pumpe 14'. Sie ist wie die Pumpe 14 eine Innenzahnradpumpe.

Benachbart zu den Pumpenritzeln 12' sind an der Gehäusewand Pumpenritzel 12'' drehbar gelagert, die in ein Pumpenrad 11'' eingreifen, das zusammen mit den Pumpenritzeln 12'' die Pumpe 14'' bildet. Sie ist eine Außenzahnradpumpe. Das Pumpenrad 11'' ist drehfest mit einem Sonnenrad 1'' verbunden, in das Planetenräder 3'' eingreifen, die im Planetenträger 4 drehbar gelagert sind. Die Planetenräder 3'' sind mit den Planetenrädern 3' verbunden. Die Planetenräder 3'' haben kleineren Durchmesser als die Planetenräder 3', während das Sonnenrad 1'' größeren Durchmesser als das Sonnenrad 1' hat. Die beiden Sonnenräder 1, 1' haben wie bei den vorigen

Ausführungsformen jeweils gleichen Durchmesser. Auch die Planetenräder 3, 3' haben entsprechend den vorigen Ausführungsbeispielen gleichen Durchmesser.

Das Pumpenrad 11'' mit dem Sonnenrad 1'' sitzt drehbar auf der Abtriebswelle 7. Das Hohlrad 5' ist seinerseits relativ zum Pumpenrad 11'' und zum Sonnenrad 1'' drehbar.

Auf der Eintriebswelle 2 ist drehbar ein Pumpenrad 11''' gelagert, in das außenseitig gehäuseseitig drehbar gelagerte Pumpenritzel 12''' eingreifen, die über den Umfang des Pumpenrades 11''' verteilt angeordnet sind. Die Pumpenritzel 12''' und das Pumpenrad 11''' bilden die Pumpe 14'', die eine Außenzahnpumpe ist.

Das Pumpenrad 11''' ist drehfest mit dem Planetenträger 4 verbunden. Das Hohlrad 5 ist relativ zum Pumpenrad 11''' und zum Planetenträger 4 drehbar.

Die Druckleitung 29 der Pumpe 14 ist an das Druckregelventil 37 angeschlossen. Von der Druckleitung 29 zweigt die Leitung 53 ab, über die der Öldruck an einem Ende des Schiebers des Druckregelventils 37 anliegt. Gegenüberliegend wird der Schieber durch die Druckfeder 54 belastet. Von der Druckleitung 29 zweigt die Leitung 32 ab, die an den Anschluss D des Wählschiebers 21 angeschlossen ist. Eine weitere Leitung 113 zweigt von der Druckleitung 29 ab und ist an einen Anschluss A des Wählschiebers 21 angeschlossen.

Die Druckleitung 30 der Pumpe 14' ist über die Leitung 39 an das Druckregelventil 40 angeschlossen. Von der Leitung 39 zweigt die Leitung 56 ab, über die der Öldruck an der federabgewandten Seite des Schiebers des Druckregelventils 40 anliegt. Der Schieber wird auf der gegenüberliegenden Seite von der Druckfeder 55 belastet. Die Druckleitung 30 ist über die Leitung 33 an den Anschluss C des Wählschiebers 21 angeschlossen. Von der Druckleitung 30 zweigt in Strömungsrichtung hinter der Leitung 39 eine Lei-

tung 114 ab, in der zwei Rückschlagventile 115, 116 sitzen. Das Rückschlagventil 115 schließt in Richtung auf die Druckleitung 30. Das andere Rückschlagventil 116 schließt in Richtung auf die Leitung 46. Die Leitung 46 zweigt von der Saugleitung 25 der Pumpe 14' ab und ist über den Wählschieber 21 in dessen Neutralstellung N mit dem Tank 23 verbunden. Von der Leitung 46 zweigt die Leitung 48 ab, die zum Druckregelventil 50 führt. Über die Leitung 52, die von der Leitung 48 abzweigt, steht der Öldruck an der federabgewandten Seite des Schiebers des Druckregelventils 50 an. Gegenüberliegend wird der Schieber von der Druckfeder 117 belastet, die dem Öldruck in der Leitung 52 entgegenwirkt. Außerdem wirkt auf der Federseite des Schiebers der Öldruck in der Leitung 51, in der ein Druckregelventil 118 sitzt, das gegen den Wählschieber 21 öffnet. In der Leitung 51 sitzt ein weiteres Rückschlagventil 119, das gegen das Druckregelventil 40 sperrt. Im Bereich zwischen den beiden Rückschlagventilen 118, 119 zweigt von der Leitung 51 eine Leitung 120 ab, die in der Neutralstellung N des Wählschiebers 21 mit dem Tank 23 verbunden ist. Das Rückschlagventil 119 trennt die Leitung 51 von einer Leitung 121, die an die Federseite des Schiebers des Druckregelventils 40 angeschlossen ist.

Die Pumpe 14'' hat die Druckleitung 31, die an den Anschluss B des Wählschiebers 21 angeschlossen ist. Von der Druckleitung 31 zweigt eine Leitung 122 ab, die zu einem Druckregelventil 123 geführt ist. Der in der Leitung 122 anstehende Öldruck liegt an der federabgewandten Seite des Schiebers des Druckregelventils 123 an. Gegenüberliegend wird der Schieber von einer Druckfeder 124 belastet. Außerdem ist das Druckregelventil 123 über eine Leitung 125 an einen Anschluss E des Wählschiebers 21 angeschlossen. Über ihn kann die Leitung 125 mit einer Leitung 126 verbunden werden. Der in der Leitung 126 herrschende Öldruck steht an der Federseite des Schiebers des Druckregelventils 37 an.

Von der Leitung 126 zweigt eine Leitung 127 ab, die an einen Anschluss G des Wählschiebers 21 angeschlossen und mit einer Leitung 128 verbunden werden kann, die in eine Leitung 129 mündet, die ihrerseits in den Leitungs-

abschnitt zwischen den beiden Rückschlagventilen 115, 116 mündet. Die Leitung 129 ist an den Anschluss H des Wählschiebers 21 angeschlossen.

In die Leitung 120 mündet eine Leitung 130, die an den Anschluss I des Wählschiebers 21 angeschlossen ist.

Die Pumpe 14''' hat die Saugleitung 131 und die Druckleitung 132, die an den Anschluss J des Wählschiebers 21 angeschlossen ist. Die Saugleitung 131, in der ein gegen den Tank 23 schließendes Rückschlagventil 133 sitzt, ist an einen Anschluss K des Wählschiebers 21 angeschlossen.

Der Schieber des Wählschiebers 21 nimmt in der Darstellung gemäß Fig. 25 die Neutralstellung N ein. Der Ölfluss der Pumpe 14''' ist durch den Wählschieber 31 gesperrt, so dass der Planetenträger 4, mit dem das Pumpenrad 11''' der Pumpe 14''' drehfest verbunden ist, rotatorisch festgelegt ist. Die Druckleitung 29, 32 der Pumpe 14 ist durch den Wählschieber 21 gegen den Tank 23 geöffnet. In gleicher Weise ist die Druckleitung 30, 33 der Pumpe 14' durch den Wählschieber 21 gegen den Tank 23 freigegeben. Auch die Druckleitung 31 der Pumpe 14'' ist durch den Wählschieber 21 gegen den Tank 23 freigegeben. Somit kann der Ölstrom der Pumpen 14, 14', 14'' drucklos in den Tank 23 gefördert werden. Die mit diesen Pumpen verbundenen Elemente können somit frei drehen. Wird an das Sonnenrad 1 eine Drehzahl und ein Drehmoment angelegt, dreht sich somit nur das Sonnenrad 1. Das Sonnenrad 1' wird nicht mit einer Drehzahl oder einem Drehmoment beaufschlagt. Dadurch kann das Fahrzeug in der Neutralstellung N des Wählschiebers 21 bei laufendem Verbrennungsmotor frei vorwärts und rückwärts bewegt werden.

Wird der Wählschieber 21 in die Stellung D verschoben, wird der Anschluss C gesperrt, so dass die Druckleitung 30, 33 der Pumpe 14' gegen den Tank 23 geschlossen ist. Die Druckleitung 39 der Pumpe 14'' bleibt weiterhin gegen den Tank 23 offen. Der Anschluss J des Wählschiebers 31 wird gegen den Tank 23 geöffnet, so dass die Druckleitung 132 der Pumpe 14''' gegen

den Tank 23 offen ist. Der Wählschieber 21 gibt somit den Ölstrom der beiden Pumpen 14'' und 14''' gegen den Tank 23 drucklos frei.

Wird die Eintriebswelle 2 und damit das Sonnenrad 1 im Uhrzeigersinn gedreht, dann werden die in das Sonnenrad 1 eingreifenden Planetenräder 3 im Gegenuhrzeigersinn gedreht. Dies hat zur Folge, dass auch das mit den Planetenrädern 3 kämmende Hohlrad 5 im Gegenuhrzeigersinn gedreht wird. Wird nun der Ölstrom in der Druckleitung 29 der Pumpe 14 abgebremst, wird der Planetenträger 4 in eine Drehung im Uhrzeigersinn versetzt. Da die Druckleitung 30, 33 der Pumpe 14' gegen den Tank 23 geschlossen ist, kann das Hohlrad 5' nicht drehen, sondern bleibt stehen. Dies hat zur Folge, dass die mit dem Hohlrad 5' kämmenden Planetenräder 3' in eine Drehung gegen den Uhrzeigersinn versetzt werden. Dementsprechend wird das mit den Planetenrädern 3' kämmende Sonnenrad 1' im Uhrzeigersinn gedreht. Da das Sonnenrad 1' mit der Abtriebswelle 7 drehfest verbunden ist, wird dementsprechend das Fahrzeug vorwärts bewegt.

Die Planetenräder 3'' sind mit den Planetenrädern 3' drehfest verbunden, so dass das mit den Planetenrädern 3'' kämmende Sonnenrad 1'' im Uhrzeigersinn gedreht wird.

Soll das Fahrzeug rückwärts fahren, wird der Wählschieber 21 in die Stellung R verstellt. Dies hat zur Folge, dass der Anschluss B des Wählschiebers 21 gegen den Tank 23 gesperrt ist, so dass das Öl in der Druckleitung 31 der Pumpe 14'' nicht zum Tank 23 strömen kann. In der Stellung R des Wählschiebers 21 wird der Anschluss C zum Tank 23 freigegeben, so dass das Öl aus der Druckleitung 30, 33 der Pumpe 14' drucklos in den Tank 23 strömen kann. Auch der Anschluss J des Wählschiebers 21 wird in dieser Stellung zum Tank 23 freigegeben, so dass auch das Öl in der Druckleitung 132 der Pumpe 14''' drucklos in den Tank 23 strömen kann. Wird die Eintriebswelle 2 und damit das Sonnenrad 1 im Uhrzeigersinn gedreht, werden die mit dem Sonnenrad 1 kämmenden Planetenräder 3 gegen den Uhrzeigersinn gedreht. Dementsprechend wird das mit ihnen kämmende Hohlrad 5

in eine Drehung gegen den Uhrzeigersinn versetzt. Wird der nun fließende Ölstrom in der Druckleitung 29 der Pumpe 14 abgebremst, wird der Planetenträger 4 im Uhrzeigersinn gedreht.

Die mit dem stehenden Sonnenrad 1'' kämmenden Planetenräder 3'' werden in eine Drehung im Uhrzeigersinn versetzt. Die mit den Planetenrädern 3'' drehfest verbundenen Planetenräder 3' drehen das mit ihnen verbundene Sonnenrad 1' gegen den Uhrzeigersinn, so dass die Abtriebswelle 7 dementsprechend im Gegenuhrzeigersinn gedreht wird. Das Kraftfahrzeug befindet sich dann in einer Rückwärtsbewegung.

Anhand der Fig. 26 bis 31 wird die Kinematik des Getriebes gemäß den Fig. 24 und 25 für den Schub- und für den Zugbetrieb erläutert.

In Fig. 26 sind sowohl für den Schubbetrieb SB als auch für den Zugbetrieb ZB die drei Schaltstellungen R, P und N des Wählschiebers 21 für die vier Pumpen 14, 14', 14'', 14''' in einer Übersicht dargestellt. Durch Pfeile ist der jeweilige Ölfluss kenntlich gemacht. Für die Pumpe 14'' sind das Sonnenrad 1'' und die mit ihm in Eingriff befindlichen Planetenräder 3'' dargestellt.

Das der Pumpe 14' zugeordnete Sonnenrad 1' ist in Eingriff mit den Planetenrädern 3', die ihrerseits mit dem Hohlrad 5' kämmen.

Bezüglich der Pumpe 14''' sind der Planetenträger 4 und die an ihm drehbar gelagerten Planetenräder 3 dargestellt, die mit dem Sonnenrad 1 kämmen.

Der Pumpe 14 zugeordnet ist das Sonnenrad 1, das über die Planetenräder 3 mit dem Hohlrad 5 antriebsverbunden ist.

Fig. 27 zeigt die Verhältnisse, wenn der Wählschieber 21 die Neutralstellung N einnimmt. In diesem Falle besteht zwischen Schub- und Zugbetrieb kein Unterschied. Der Ölfluss der Pumpe 14''' ist in beiden Richtungen gesperrt, da sowohl der Anschluss K für die Saugleitung 131 als auch der Anschluss J

für die Druckleitung 132 des Wählschiebers 21 geschlossen sind und somit keine Verbindung zum Tank 23 besteht (Fig. 25). Der Planetenträger 4, mit dem das Pumpenrad 11''' der Pumpe 14''' drehfest verbunden ist, steht dadurch still. Wird die Eintriebswelle 2 angetrieben und damit das drehfest mit ihr verbundene Sonnenrad 1 gedreht, treibt es über die Planetenräder 3 das Hohlrad 5 an. Dadurch wird auch die Pumpe 14 angetrieben, die in beiden Drehrichtungen gegen den Tank 23 drucklos freigeschaltet ist. Wie Fig. 25 zeigt, ist der Anschluss D des Wählschiebers 21, an den die Druckleitung 29, 32 der Pumpe 14 angeschlossen ist, geöffnet, so dass das Drucköl zum Tank 23 strömen kann. Da der Planetenträger 4 gegen Drehen gesperrt ist, kann die Drehzahl und auch ein Drehmoment nicht über den Planetenträger an die Abtriebswelle 7 weitergegeben werden. Auch die Ölströme der Pumpen 14'' und 14' sind in Richtung auf den Tank 23 freigeschaltet. Wie Fig. 25 zeigt, ist die Druckleitung 30, 33 der Pumpe 14' an den Anschluss C des Wählschiebers 21 angeschlossen. In der Neutralstellung N ist der Anschluss C zum Tank 23 freigeschaltet. In gleicher Weise ist die Druckleitung 31 zum Anschluss B geführt, der ebenfalls gegen den Tank 23 freigeschaltet wird. Somit können die Ölströme dieser beiden Pumpen drucklos zum Tank 23 gelangen. Das Fahrzeug kann somit bei laufendem und auch bei stehendem Antrieb in beiden Richtungen, also vorwärts und rückwärts, bewegt werden.

Anhand von Fig. 28 wird der Zugbetrieb ZB beschrieben, wenn der Wählschieber 21 in Stellung D verstellt worden ist. Die Anschlüsse J, K des Wählschiebers 21 für die Saugleitung 131 und die Druckleitung 132 der Pumpe 14''' sind zum Tank 23 geöffnet, so dass das Drucköl drucklos in den Tank 23 abfließen kann. Das hat zur Folge, dass der Planetenträger 4 frei drehen kann. Wird die Eintriebswelle 2 und damit das drehfest mit ihr verbundene Sonnenrad 1 gedreht, werden die mit dem Sonnenrad 1 kämmenden Planetenräder 3 ebenfalls gedreht. Das Sonnenrad 1 wird beispielhaft im Uhrzeigersinn drehbar angetrieben. Dementsprechend drehen die Planetenräder 3 entgegen dem Uhrzeigersinn. Das mit den Planetenrädern 3 kämmende Hohlrad 5 wird dementsprechend ebenfalls entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht. Da der Ölstrom der Pumpe 14 an ihrer Druckseite abgebremst wird,

wird der Planetenträger 4, an dem die Planetenräder 3 drehbar gelagert sind, im Uhrzeigersinn angetrieben. Bei rotationsfestem Sonnenrad 1' werden die Planetenräder 3' im Uhrzeigersinn angetrieben. Das mit den Planetenrädern 3' in Eingriff befindliche Hohlrad 5' wird somit ebenfalls im Uhrzeigersinn angetrieben und erzeugt damit in der Pumpe 14' einen Ölstrom, da das Pumpenrad 11' der Pumpe 14' Bestandteil des Hohlrades 5' ist. Wird dieser Ölstrom abgebremst, baut sich am Sonnenrad 1' ein Drehmoment im Uhrzeigersinn auf, wodurch das Sonnenrad 1' im Uhrzeigersinn gedreht wird. Die mit den Planetenrädern 3' drehfest verbundenen Planetenräder 3'' treiben das Sonnenrad 1'' ebenfalls im Uhrzeigersinn drehbar an. Dadurch wird an der Pumpe 14'' ein Ölstrom erzeugt, da mit dem Sonnenrad 1'' das Pumpenrad 11'' der Pumpe 14'' drehfest verbunden ist (Fig. 24). Die Druckleitung 31 der Pumpe 14'' ist an den Anschluss B des Wählschiebers 21 angeschlossen. In der Stellung D des Wählschiebers 21 ist dieser Anschluss B geöffnet, so dass das Drucköl zum Tank 23 strömen kann (Fig. 25). Das von der Pumpe 14'' erzeugte Öl kann somit drucklos in den Tank 23 abfließen. Wird der Ölstrom an der Pumpe 14 in stärkerem Maße abgebremst, erhöht sich das übertragbare Drehmoment über den Planetenträger 4 an die Pumpe 14'. Wird an der Pumpe 14' der Ölstrom stärker abgebremst, wird das Drehmoment am Sonnenrad 1' erhöht.

Fig. 29 zeigt die Verhältnisse im Zugbetrieb ZB, wenn der Wählschieber 21 in die Stellung R (Rückwärtsfahrt) verstellt ist. Der Ölfluss der Pumpe 14''' ist in diesem Falle in beiden Drehrichtungen drucklos gegen den Tank 23 freigegeben, da die Anschlüsse J, K des Wählschiebers 21 in der Stellung R gegen den Tank 23 freigeschaltet sind. Der Planetenträger 4 kann somit in beiden Richtungen frei gedreht werden. Wird die Eintriebswelle 2 und damit das Sonnenrad 1 gedreht, wird über die Planetenräder 3 das Hohlrad 5 drehbar angetrieben. Im Ausführungsbeispiel wird das Sonnenrad 1 im Uhrzeigersinn angetrieben, wodurch die Planetenräder 3 und das Hohlrad 5 entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht werden. Beim Antreiben des Sonnenrades 1 wird der Ölstrom der Pumpe 14 an seiner Druckseite abgebremst, wodurch der die Planetenräder 3 tragende Planetenträger 4 im Uhrzeiger-

sinn angetrieben wird. Steht das Sonnenrad 1' fest, dann laufen die Planetenräder 3' im Uhrzeigersinn um das Sonnenrad 1' und nehmen hierbei den Planetenträger 4 im Uhrzeigersinn mit. Das mit den Planetenrädern 3' kämmende Hohlrad 5' wird dementsprechend im Uhrzeigersinn gedreht. Dadurch wird mit der Pumpe 14' ein Ölstrom erzeugt, da das Pumpenrad 11' drehfest mit dem Hohlrad 5' verbunden ist. Die Druckleitung 30, 33 ist an den Anschluss C des Wählschiebers 21 angeschlossen (Fig. 25). In der Stellung R des Wählschiebers 21 ist der Anschluss C gegen den Tank 23 geöffnet, so dass der von der Pumpe 14' erzeugte Ölstrom drucklos zum Tank 23 strömen kann. Die mit den Planetenrädern 3' drehfest verbundenen Planetenräder 3'' treiben das Sonnenrad 1''' gegen den Uhrzeigersinn an, wodurch an der Pumpe 14'' ein Ölstrom erzeugt wird. Dieser Ölstrom wird über die Druckleitung 31 dem Anschluss B des Wählschiebers 21 zugeführt. In der Stellung R ist der Anschluss B gegen den Tank 23 geschlossen. Wird dieser Ölstrom abgebremst, wird das Sonnenrad 1'' entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht. Wird der Ölstrom an der Pumpe 14 stärker abgebremst, erhöht sich das übertragbare Drehmoment über den Planetenträger 4 an die Pumpe 14''. Wird an ihr der Ölstrom stärker abgebremst, wird entsprechend das Drehmoment am Sonnenrad 1' erhöht.

Fig. 30 zeigt die Verhältnisse beim Schubetrieb SB, wenn der Wählschieber 21 in die Stellung D verstellt ist. Der Ölfluss der Pumpe 14''' ist in beiden Drehrichtungen drucklos gegen den Tank 23 freigegeben, da der Anschluss J des Wählschiebers 21 gegen den Tank 23 geöffnet ist. Der Planetenträger 4 ist somit in seiner Rotationsbewegung frei. Wird an das Sonnenrad 1' ein Drehmoment im Uhrzeigersinn angelegt, treibt dieses über die mit ihm kämmenden Planetenräder 3' das Hohlrad 5' gegen den Uhrzeigersinn an. Dementsprechend wird das Pumpenrad 11', das drehfest mit dem Hohlrad 5' verbunden ist, angetrieben, wodurch an der Pumpe 14' ein Ölstrom erzeugt wird. Wird er an seiner Druckseite abgebremst, wird der Planetenträger 4, der die Planetenräder 3' trägt, im Uhrzeigersinn mit erhöhtem Drehmoment drehbar angetrieben. Die mit dem Planetenträger 4 verbundenen Planetenräder 3 stützen sich an dem mit ihm kämmenden Sonnenrad 1 ab. Dabei ge-

ben die Planetenräder 3 ihr Drehmoment an das mit ihnen kämmende Hohlrad 5 weiter. Dadurch wird an der Pumpe 14 ein Ölstrom erzeugt, da das Pumpenrad 11 drehfest mit dem Hohlrad 5 verbunden ist. Wird der Ölstrom an der Druckseite der Pumpe 14 abgebremst, steigt entsprechend das Drehmoment am Sonnenrad 1 an und treibt damit die mit ihr drehfest verbundene Eintriebswelle 2 an. Das Antriebsbremsmoment wird durch das Getriebe an das Sonnenrad 1' und damit an die Abtriebswelle 7 weitergegeben.

Fig. 31 zeigt die Verhältnisse beim Schubetrieb SB, wenn der Wählschieber 21 in die Stellung R verstellt worden ist. Der Ölfluss der Pumpe 14''' ist in beiden Drehrichtungen in Richtung auf den Tank 23 freigegeben. Die Druckleitung 132 der Pumpe 14''' ist an den Anschluss J des Wählschiebers 21 angeschlossen (Fig. 25). Dieser Anschluss ist in der Stellung R des Wählschiebers 21 gegen den Tank 23 geöffnet, so dass das Öl drucklos zum Tank 23 strömen kann. Der Planetenträger 4 ist somit in seiner Rotationsbewegung frei. Wird am Sonnenrad 1' ein Drehmoment gegen den Uhrzeigersinn angelegt, dann werden die mit ihm kämmenden Planetenräder 3' im Uhrzeigersinn gedreht. Sie treiben dementsprechend auch das Hohlrad 5' im Uhrzeigersinn an. Die mit den Planetenrädern 3' drehfest verbundenen Planetenräder 3'' treiben das Sonnenrad 1'' entgegen dem Uhrzeigersinn an. Dadurch wird an der Pumpe 14'' ein Ölstrom erzeugt, da das Pumpenrad 11'' der Pumpe 14'' drehfest mit dem Sonnenrad 1'' verbunden ist. Die Druckleitung 31 der Pumpe 14'' ist an den Anschluss B des Wählschiebers 21 angeschlossen. Dieser Anschluss B ist in der Stellung R gegen den Tank 23 geschlossen. Wird der Ölstrom der Pumpe 14'' an seiner Druckseite abgebremst, wird der Planetenträger 4 im Uhrzeigersinn mit erhöhtem Drehmoment angetrieben. Da der Planetenträger 4 die Planetenräder 3 trägt, die sich am Sonnenrad 1 abstützen, wird somit das Drehmoment von den Planetenrädern 3 an das Hohlrad 5 weitergegeben. Wird der Ölstrom an der Druckseite der Pumpe 14 abgebremst, steigt das Drehmoment am Sonnenrad 1 an, wodurch die drehfest mit ihm verbundene Eintriebswelle 2 angetrieben wird. Das Antriebsbremsmoment wird durch das Getriebe an das Sonnenrad 1' weitergegeben.

Fig. 32 zeigt eine Möglichkeit, das Getriebe gemäß Fig. 24 auch elektrisch anzusteuern. In diesem Falle sind den Pumpen 14 bis 14'' Elektromagnetventile in Form von Druckregelventilen 37, 40, 50, 123 zugeordnet. Der Pumpe 14''' ist ein Schaltventil 134 zugeordnet. Um eine Ansteuerung mit den Druckregelventilen zu ermöglichen, wird der Druck in den Druckleitungen 29, 30 und 31 der Pumpen 14, 14', 14'' vor den Druckregelventilen 37, 40, 123 mittels Druckmesssensoren erfasst werden. Die Druckmesssensoren geben die entsprechenden Druckmesssignale an eine (nicht dargestellte) elektronische Steuereinheit weiter. Die Drehzahlen des Sonnenrades 1, des Planetenträgers 4, des Sonnenrades 1' und des Sonnenrades 1'' werden mittels Drehzahlsensoren erfasst, die ihre Signale vorteilhaft ebenfalls an die elektronische Steuereinheit weitergeben. Die Drehzahl- und Drehmomentdaten der Antriebseinheit werden ebenfalls der elektronischen Steuereinheit zugeführt. Dieser Steuereinheit steuert die Druckregelventile 37, 40, 50, 123 je nach Fahrstufe, d.h. Stellung des Wählschiebers 21, entsprechend der anhand der Fig. 25 bis 31 beschriebenen hydraulischen Steuerung an.

In Fig. 32 sind die Druckregelventile nur beispielhaft so gezeichnet, dass die Druckleitungen 29, 30, 31 der Pumpen 14, 14', 14'' zum Tank 23 offen sind. Das Druckregelventil 50 ist an die Saugleitung 46 der Pumpe 14' angeschlossen.

Mit dem Schaltventil 134 können die Druckleitung 132 und die Saugleitung 131 entweder gegen den Tank 23 gesperrt oder in Richtung auf den Tank 23 freigegeben werden.

Ansprüche

1. Getriebe für Kraftfahrzeuge, mit einem Gehäuse, in dem Getriebeelemente untergebracht sind,
dadurch gekennzeichnet, dass im Gehäuse (9) wenigstens ein Planetenradsatz (10, 10a bis 10d), über den wenigstens eine Antriebswelle (2) mit wenigstens einer Abtriebswelle (7, 7') antriebsverbunden ist, und wenigstens eine Hydraulikpumpe (14, 14', 14'', 14''', 67, 67', 111) untergebracht sind.
2. Getriebe nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Hydraulikpumpe (14, 14', 67, 67', 111) ein Pumpenrad (11, 11', 109) aufweist, das drehfest mit einem Hohlrad (5, 5') des Planetenradsatzes (10, 10a bis 10d) verbunden ist.
3. Getriebe nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass das Pumpenrad (11, 11', 109) mit Pumpenritzeln (12, 12', 68, 68') kämmt, die drehbar am Gehäuse (9) gelagert sind.
4. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass ein Sonnenrad (1) des Planetenradsatzes drehfest auf der Eintriebswelle (1) sitzt.
5. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass ein Planetenträger (4) des Planetenradsatzes (10, 10a bis 10d) drehfest auf der Abtriebswelle (7, 7') sitzt.

6. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, dass ein Sonnenrad (1') des Planetenradsatzes (10, 10a bis 10d) drehfest auf der Abtriebswelle (7, 7') sitzt.
7. Getriebe nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass der Planetenträger (4) drehbar auf der Eintriebswelle (2) und der Abtriebswelle (7, 7') gelagert ist.
8. Getriebe nach einem der Ansprüche 2 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, dass das Pumpenrad (11, 11', 109) ein Hohlrad ist.
9. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpe eine Innenzahnradpumpe ist.
10. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpe eine Außenzahnradpumpe ist.
11. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, dass die Eintriebswelle (1) und die Abtriebswelle (7, 7') fluchtend zueinander liegen.
12. Getriebe, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass die Eintriebswelle (2') über ein Kegelgetriebe (66, 67) mit einer zweiten Eintriebswelle (2) antriebsverbunden ist, die über jeweils einen Planetenradsatz mit jeweils einer Abtriebswelle (7, 7') antriebsverbunden ist.
13. Getriebe nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass die Abtriebswellen (7, 7') und die zweite Eintriebswelle (2) fluchtend zueinander liegen.

14. Getriebe nach Anspruch 12 oder 13,
dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Eintriebswelle (2) jeweils ein Sonnenrad (1, 1') der beiden Planetenradsätze drehfest trägt.
15. Getriebe nach einem der Ansprüche 12 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, dass auf der zweiten Eintriebswelle (2) und den Abtriebswellen (7, 7') Planetenträger (4, 4') der beiden Planetenradsätze drehbar gelagert sind.
16. Getriebe, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 15,
dadurch gekennzeichnet, dass die Eintriebswelle (2) und die Abtriebswelle (7) jeweils drehfest ein Sonnenrad (1, 1') jeweils eines Planetenradsatzes (10d) tragen, dass beiden Planetenradsätzen jeweils eine Hydraulikpumpe (14, 14') zugeordnet ist, die jeweils ein mit dem Hohlrad (5, 5') des Planetenradsatzes (10d) verbundenes Pumpenrad (11, 11') aufweist, und dass eine dritte Hydraulikpumpe (111) vorgesehen ist, die den Planetenträger (4) gegen das Gehäuse (9) abbremst.
17. Getriebe nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet, dass die dritte Hydraulikpumpe (111) ein Pumpenrad (109) aufweist, das mit gehäuseseitig gelagerten Pumpenritzel (12) in Eingriff ist.
18. Getriebe nach Anspruch 16 oder 17,
dadurch gekennzeichnet, dass der Planetenträger (4) und die Hohlräder (5, 5') der Planetenradsätze (10d) gegeneinander drehbar sind.
19. Getriebe, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 18,
dadurch gekennzeichnet, dass die Eintriebswelle (2) mit dem einen Planetenradsatz und die Abtriebswelle (7) mit dem anderen Planetenradsatz antriebsverbunden ist, dass beiden Planetenradsätzen jeweils eine Hydraulikpumpe (14, 14') zugeordnet ist, und dass jedem Planetenrad-

satz jeweils eine weitere Hydraulikpumpe (14'', 14''') zugeordnet ist.

20. Getriebe nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet, dass die weiteren Hydraulikpumpen (14'', 14''') jeweils ein auf der Eintriebswelle (2) bzw. auf der Abtriebswelle (7) drehbar gelagertes Pumpenrad (11'', 11''') aufweisen, in das gehäuseseitig drehbar gelagerte Pumpenritzel (12'', 12''') eingreifen.
21. Getriebe nach Anspruch 19 oder 20,
dadurch gekennzeichnet, dass das Pumpenrad (11'') der abtreibsseitigen weiteren Hydraulikpumpe (14'') drehfest mit einem Sonnenrad (1'') verbunden ist, in das Planetenräder (3'') eingreifen.
22. Getriebe nach Anspruch 21,
dadurch gekennzeichnet, dass die Planetenräder (3'') drehfest mit Planetenrädern (3') des abtriebsseitigen Planetenradsatzes verbunden sind.
23. Getriebe nach einem der Ansprüche 19 bis 22,
dadurch gekennzeichnet, dass das Pumpenrad (11''') der eintriebsseitigen weiteren Hydraulikpumpe (14''') drehfest mit dem Planetenträger (4) verbunden ist.
24. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 24,
dadurch gekennzeichnet, dass die Ansteuerung hydraulisch erfolgt.
25. Getriebe nach Anspruch 24,
dadurch gekennzeichnet, dass zur Steuerung des Hydraulikmediums Druckregelventile (37, 40, 49, 50) vorgesehen sind.
26. Getriebe nach Anspruch 25,
dadurch gekennzeichnet, dass die Druckregelventile (37, 40, 49, 50) an

einen Wählschieber (21) angeschlossen sind.

27. Getriebe nach Anspruch 26,
dadurch gekennzeichnet, dass mit dem Wählschieber (21) unterschiedliche Fahrstufen einstellbar sind.
28. Getriebe, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 27,
dadurch gekennzeichnet, dass der Planetenradsatz Teil eines Differentialgetriebe ist.
29. Getriebe nach Anspruch 28,
dadurch gekennzeichnet, dass das Differentialgetriebe zwei Kraftpumpen (14, 14') aufweist, die Pumpenräder (11, 11') haben, die drehfest mit Hohlrädern (5, 5') des Planetenradsatzes verbunden sind.
30. Getriebe nach Anspruch 28 oder 29,
dadurch gekennzeichnet, dass das Differentialgetriebe zwei Referenzpumpen (67, 67') aufweist, die Pumpenritzel (68, 68') haben, die mit den Hohlrädern (5, 5') des Planetenradsatzes zusammenwirken.
31. Getriebe nach Anspruch 29 oder 30,
dadurch gekennzeichnet, dass die eine Kraftpumpe (14) und die eine Referenzpumpe (68) eintriebsseitig und die andere Kraftpumpe (14') und die andere Referenzpumpe (68') abtriebsseitig angeordnet sind.
32. Getriebe nach einem der Ansprüche 28 bis 31,
dadurch gekennzeichnet, dass den Kraftpumpen (14, 14') Wechselventile (82, 82') nachgeschaltet sind.
33. Getriebe nach einem der Ansprüche 28 bis 32,
dadurch gekennzeichnet, dass den Referenzpumpen (68, 68') Wechselventile (86, 86') nachgeschaltet sind.

34. Getriebe nach einem der Ansprüche 28 bis 33,
dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Druck- und der Saugleitung
(28, 22; 30, 25) der Kraftpumpen (14, 14') eine Blende (70, 72) liegt.
35. Getriebe nach einem der Ansprüche 28 bis 34,
dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Druck- und der Saugleitung
(73, 74; 77, 78) der Referenzpumpen (67, 67') eine Blende (77, 81)
. liegt.
36. Getriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 35,
dadurch gekennzeichnet, dass die Ansteuerung elektrisch erfolgt.

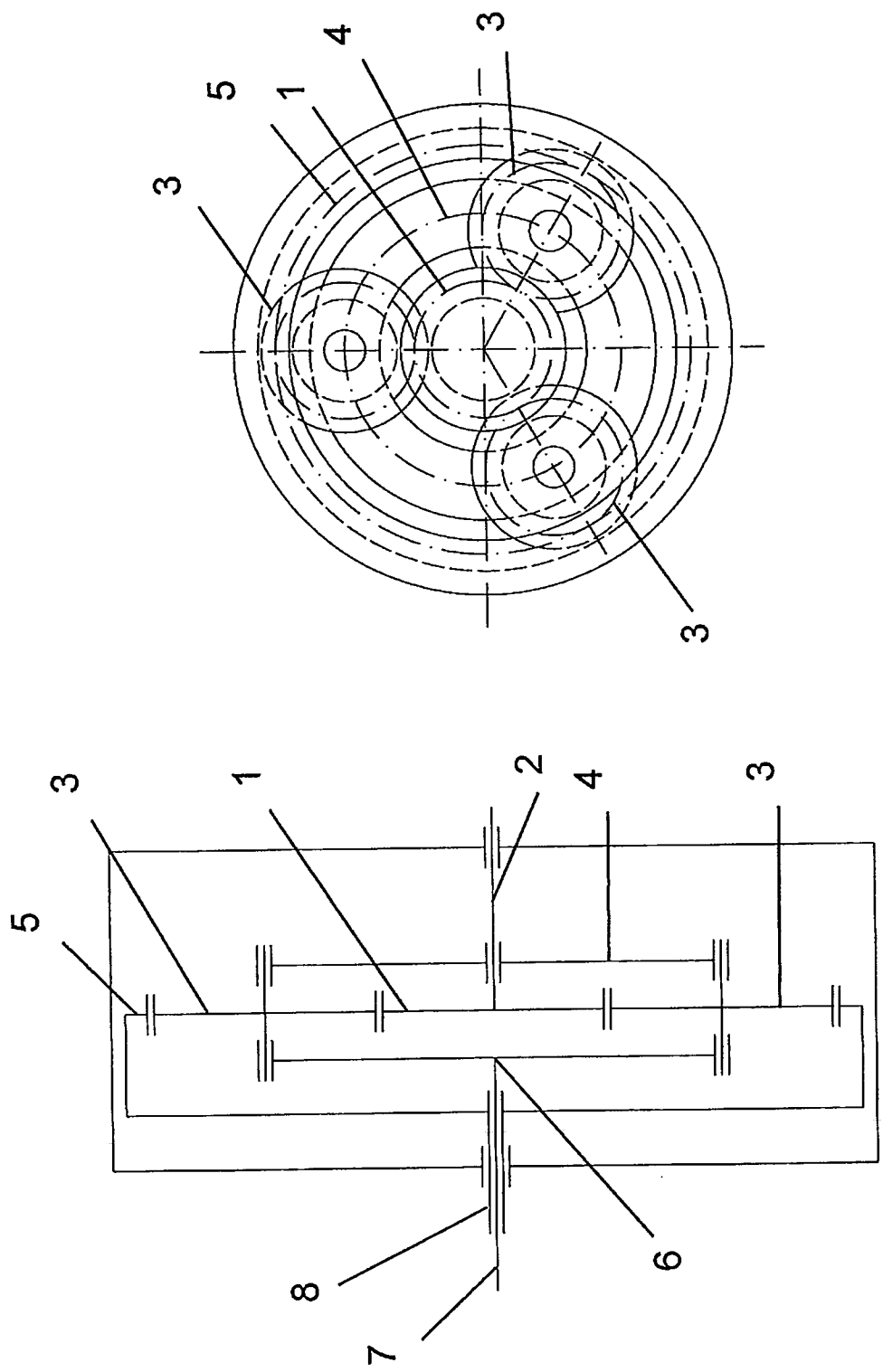
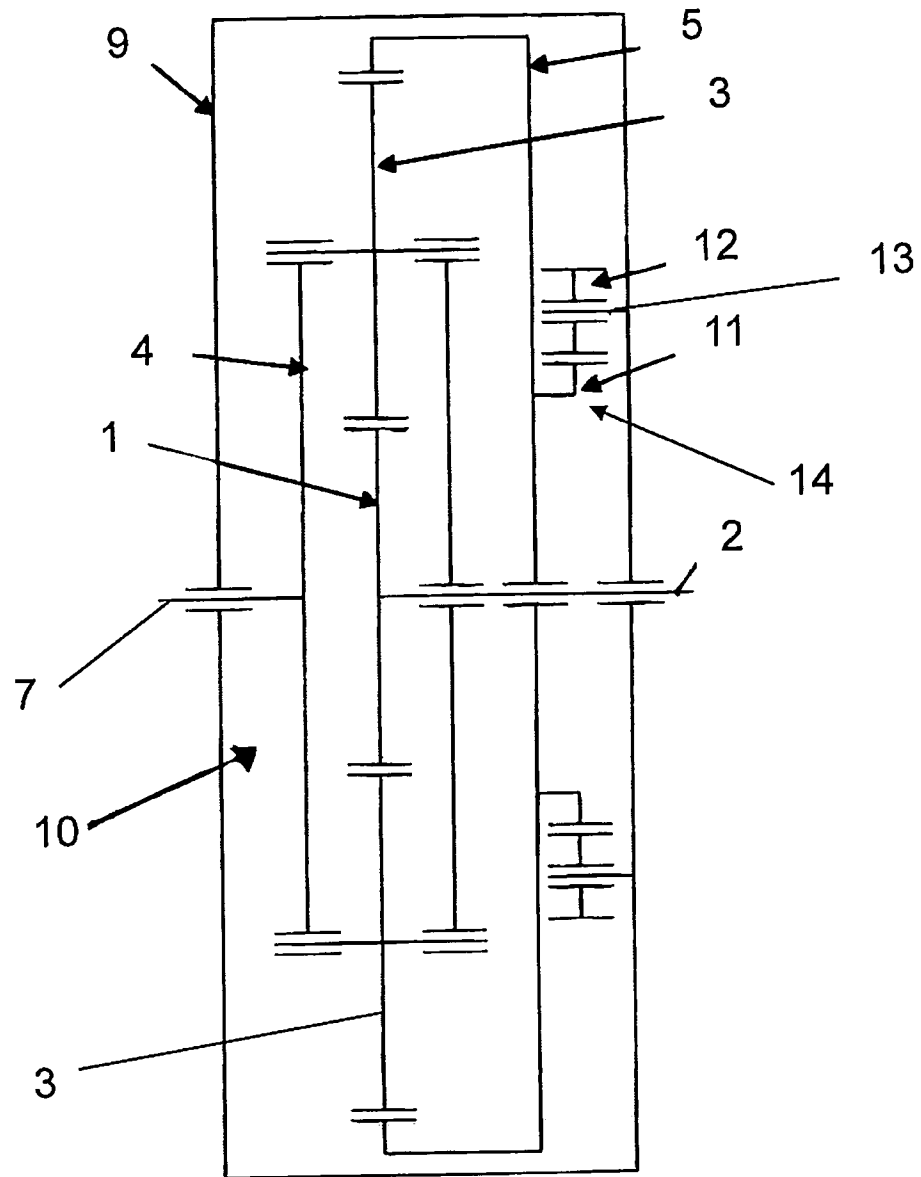
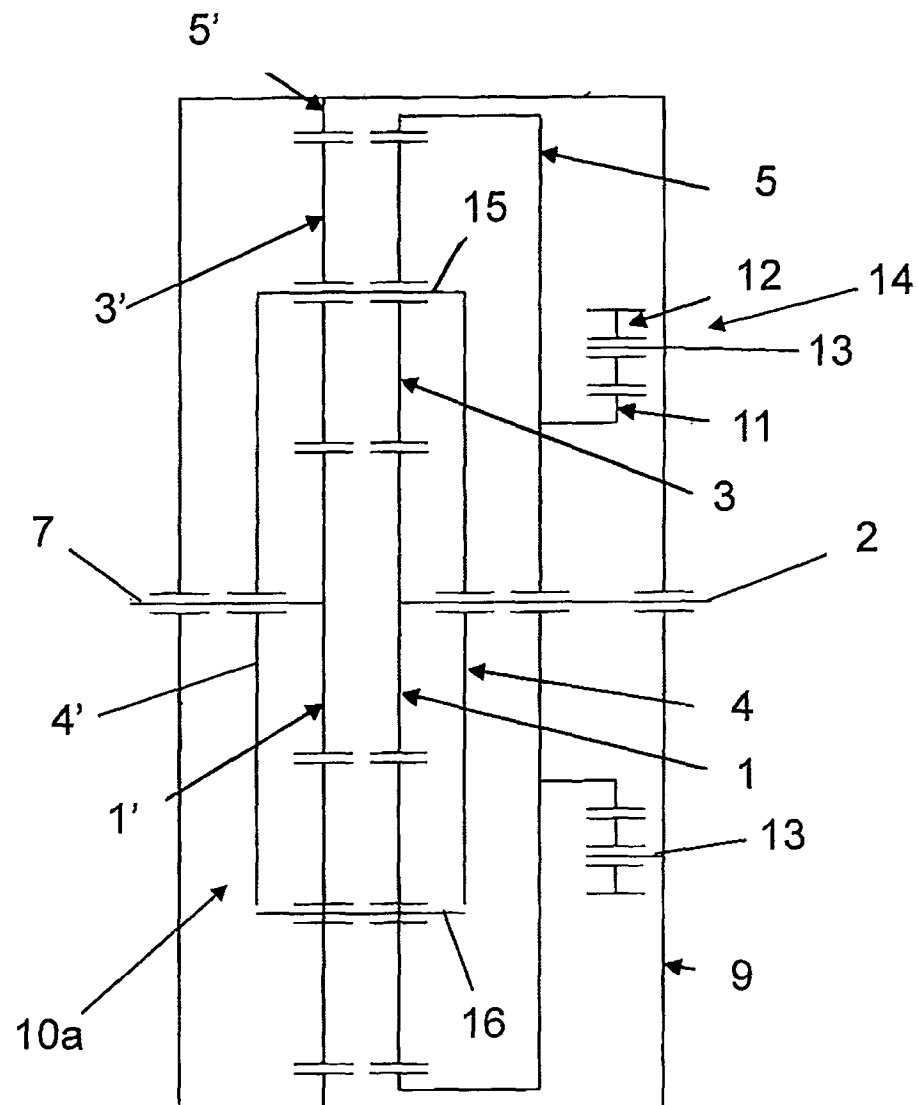
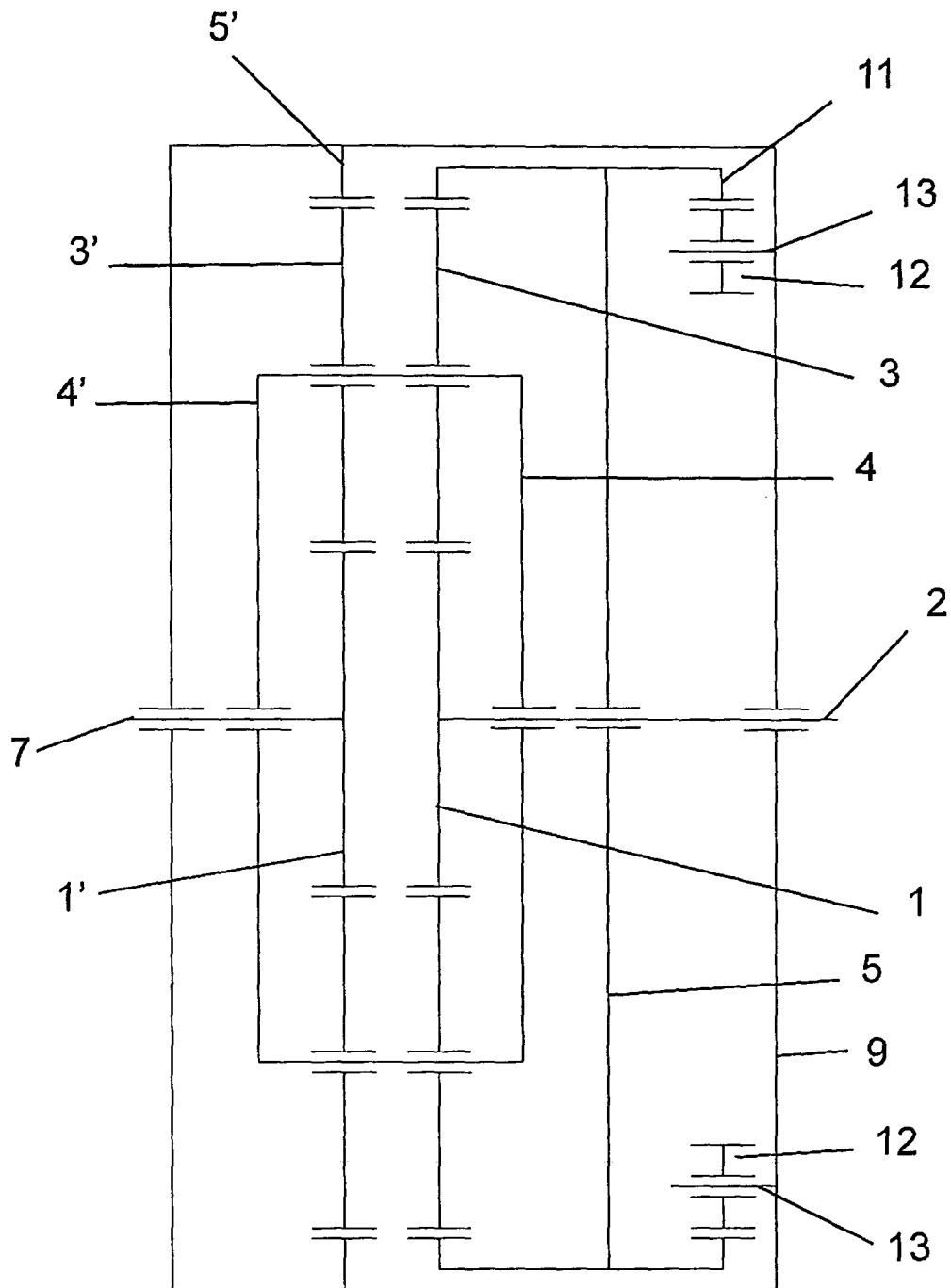


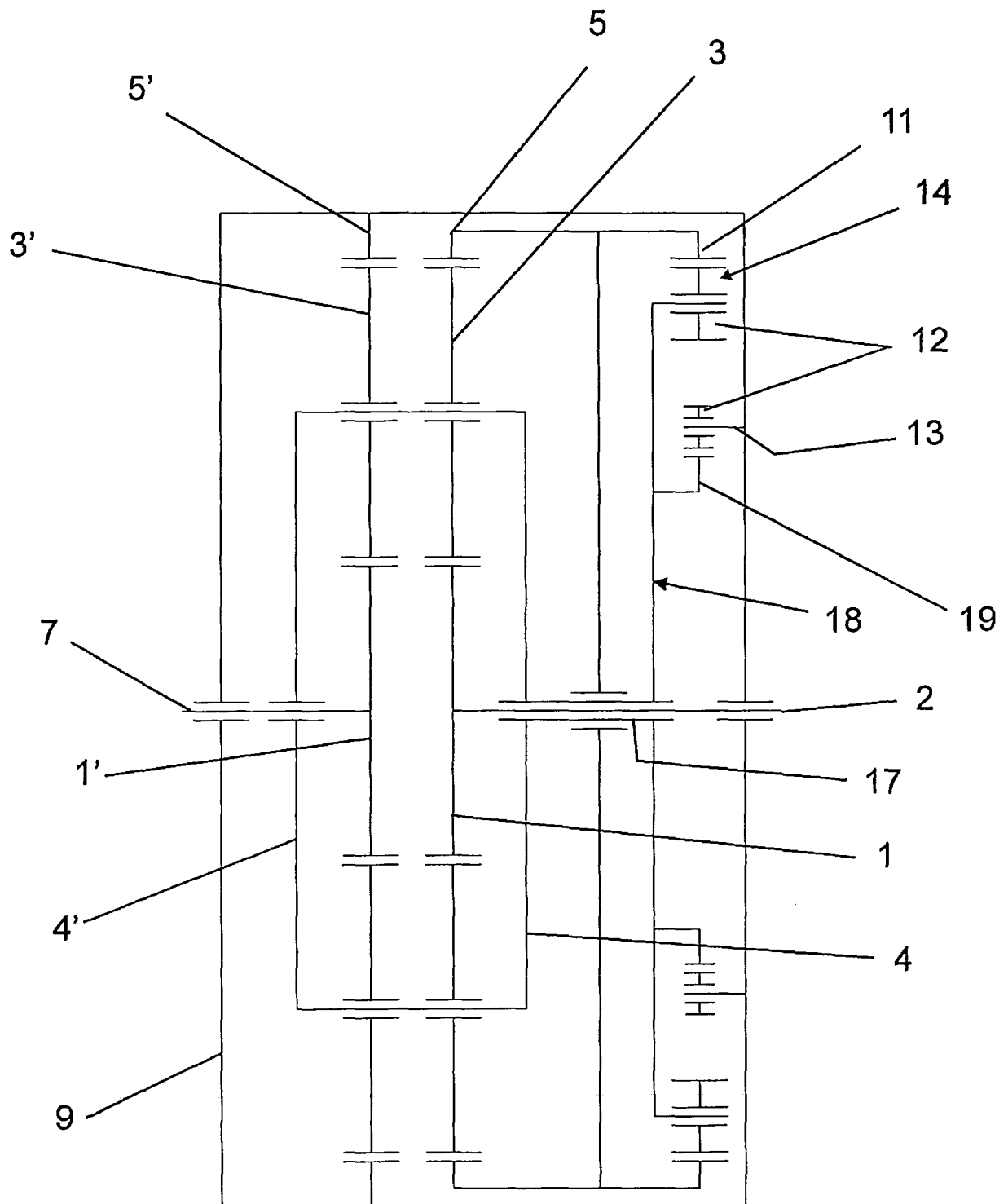
Fig. 2

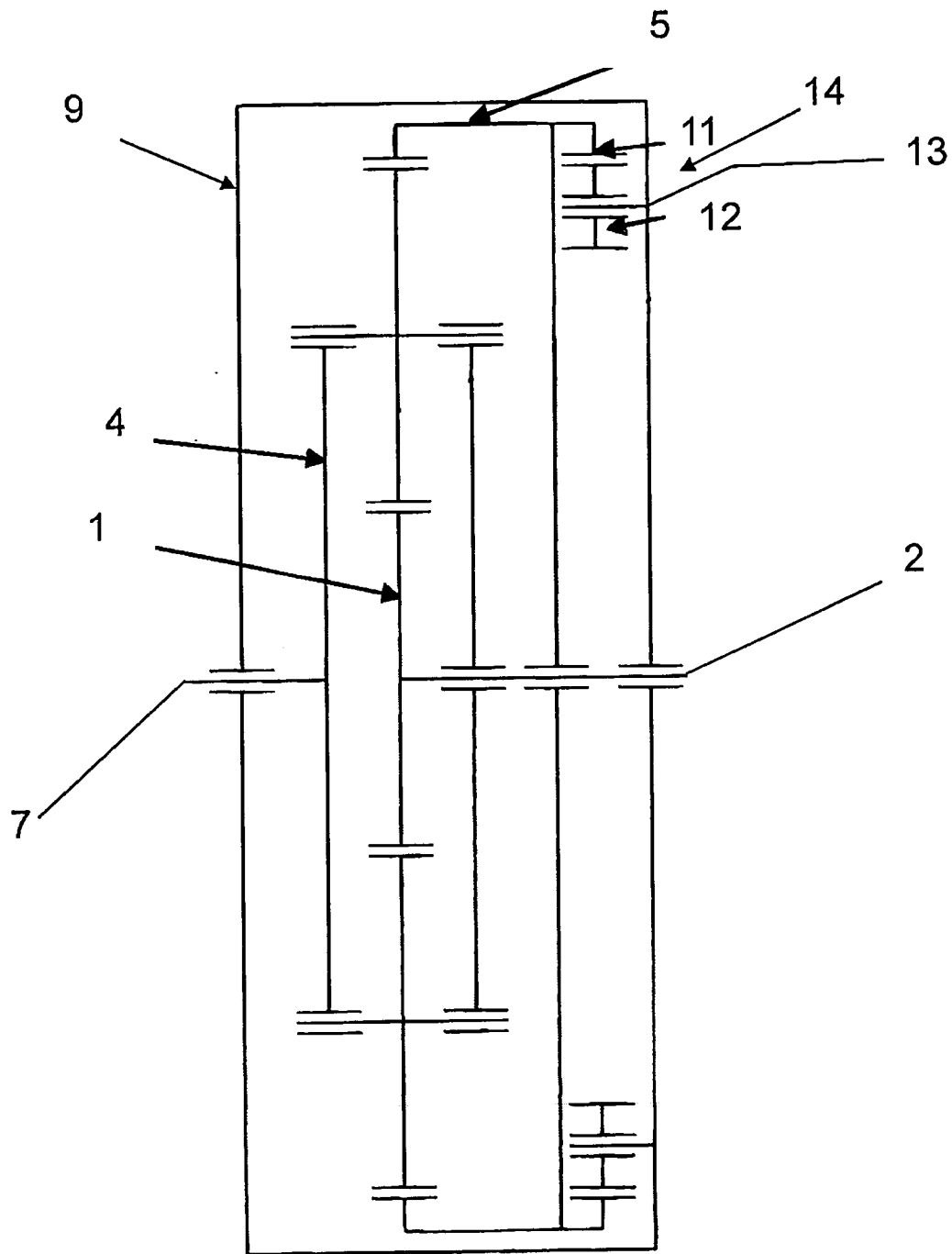
Fig. 1

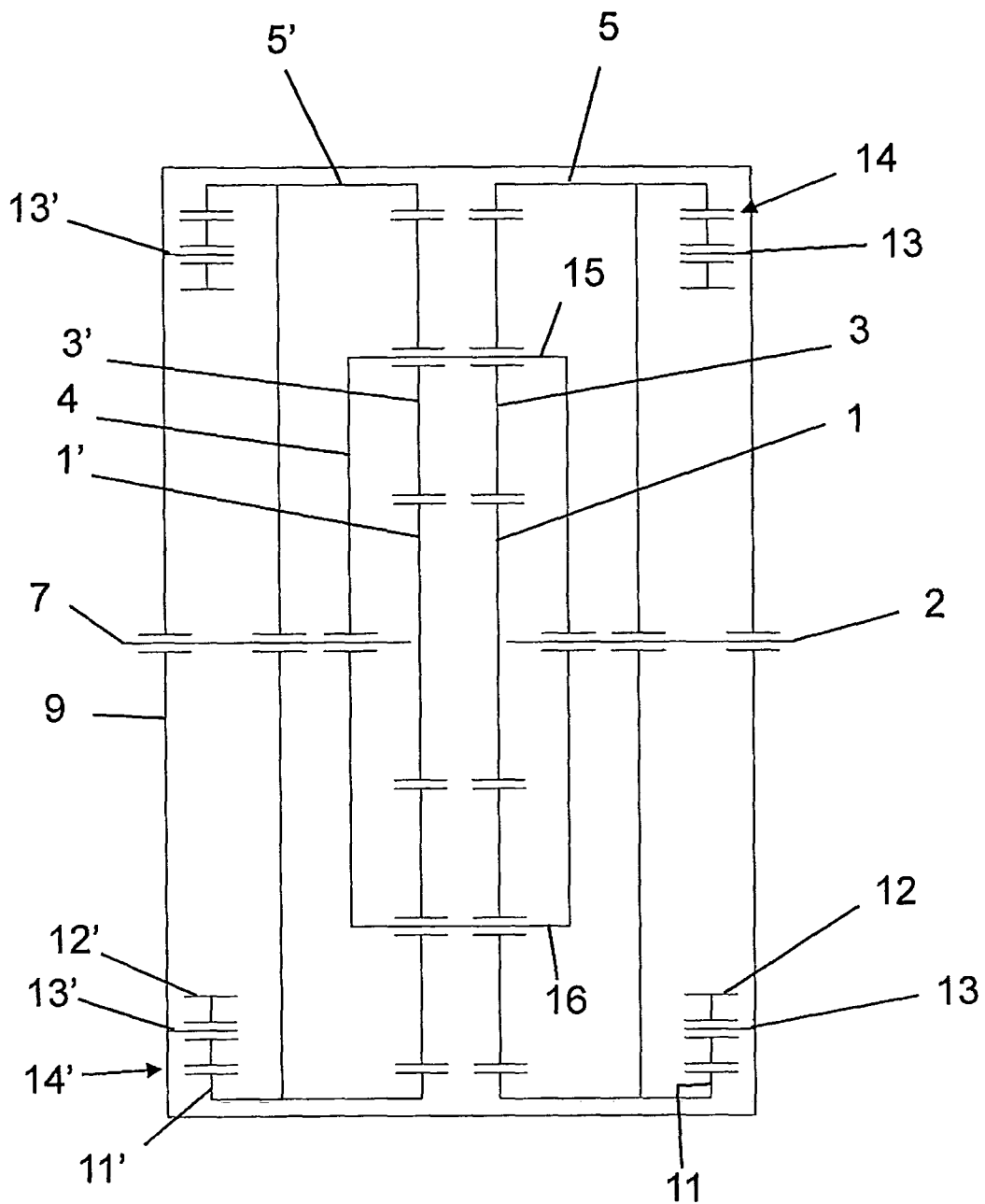
**Fig. 3**

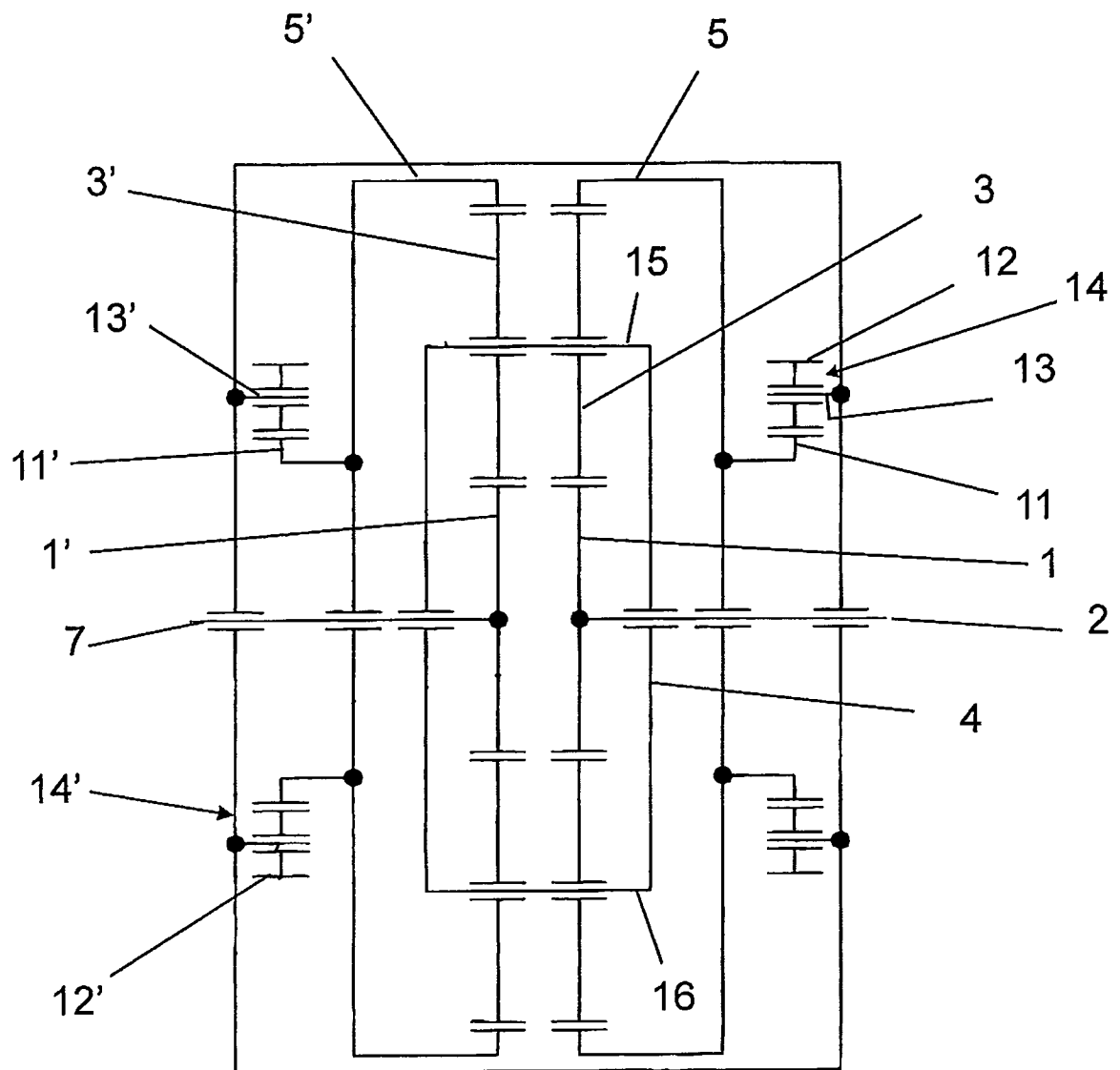
**Fig. 4**

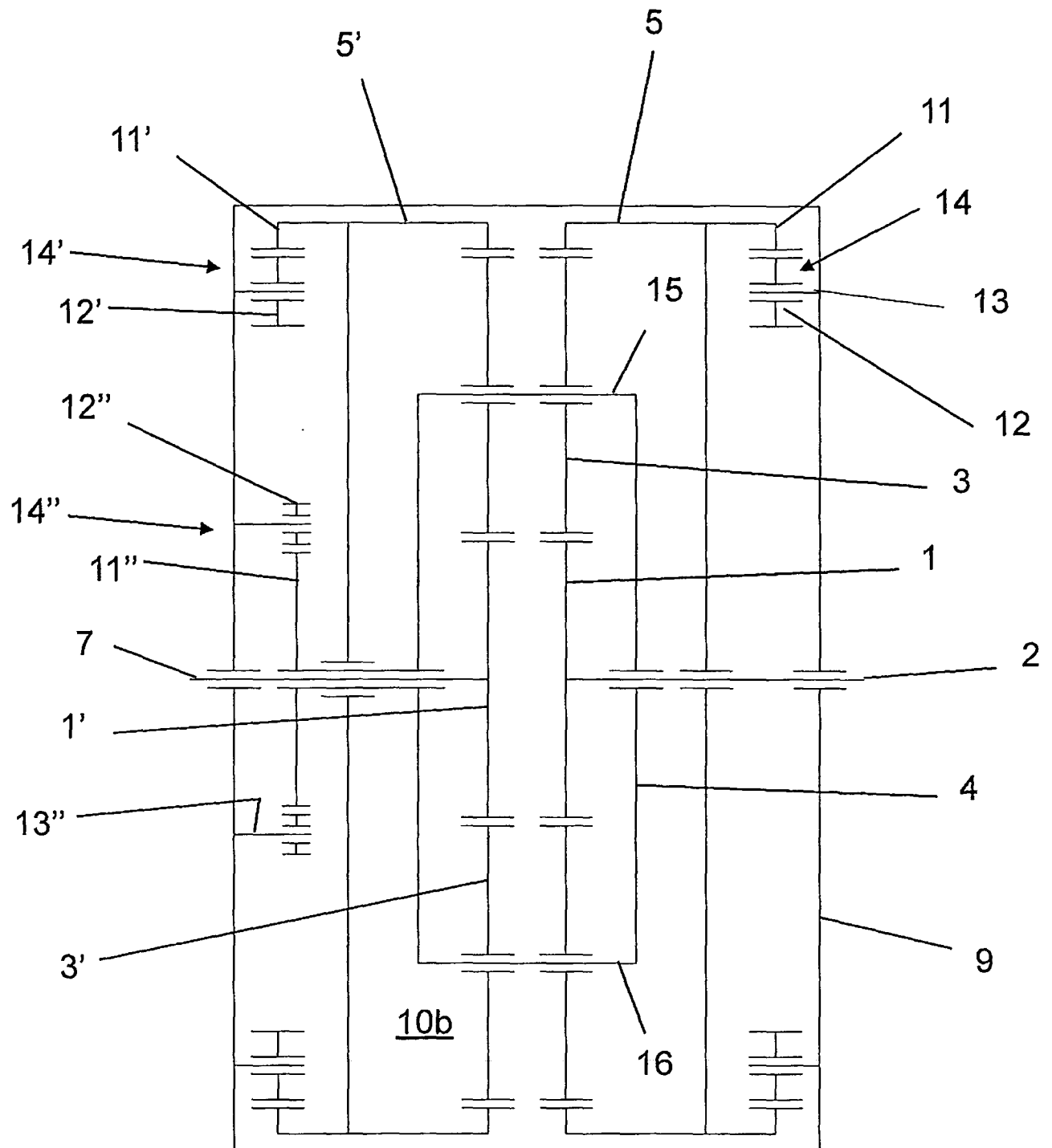
**Fig. 5**

**Fig. 6**

**Fig. 7**

**Fig. 8**

**Fig. 9**

**Fig. 10**

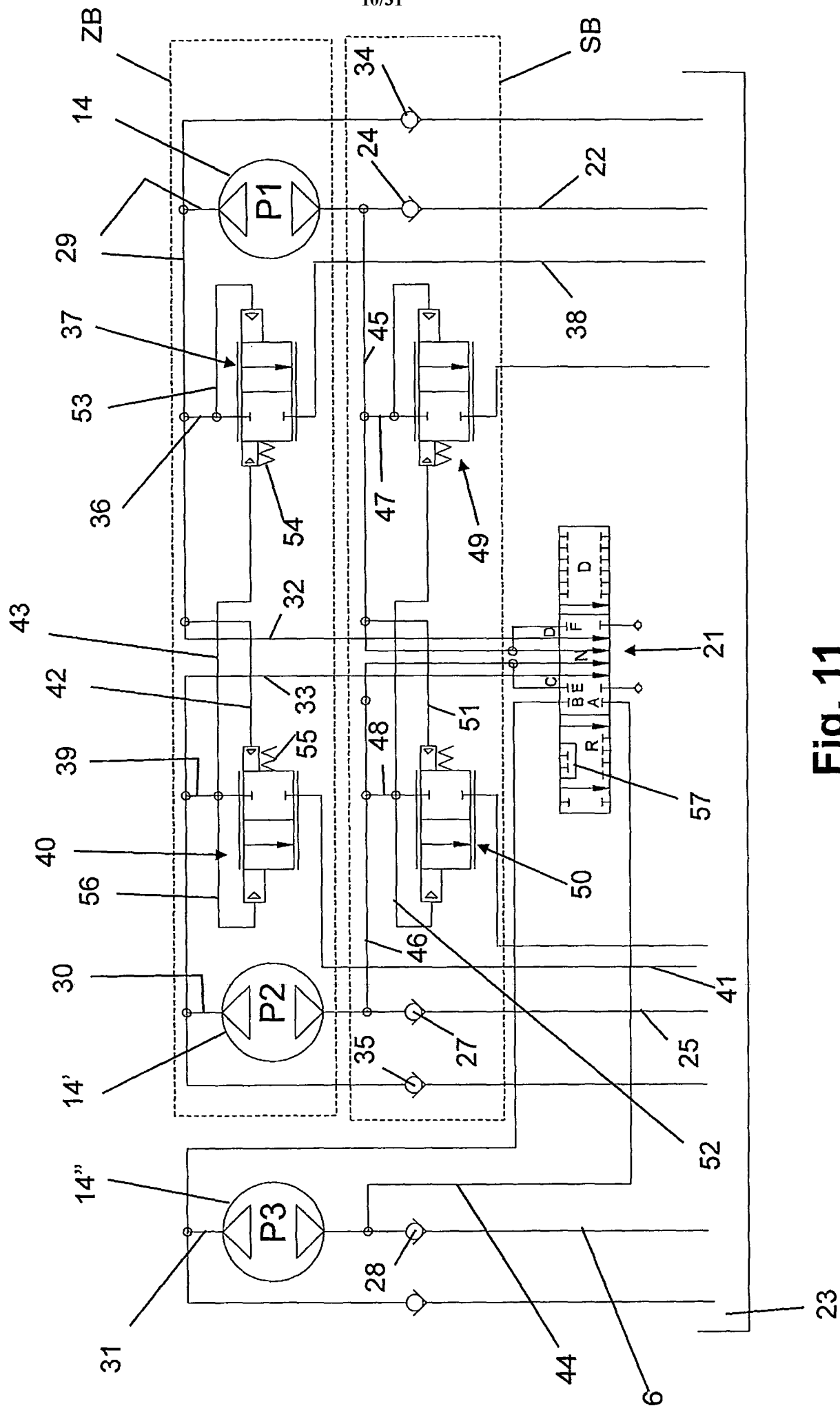


Fig. 11

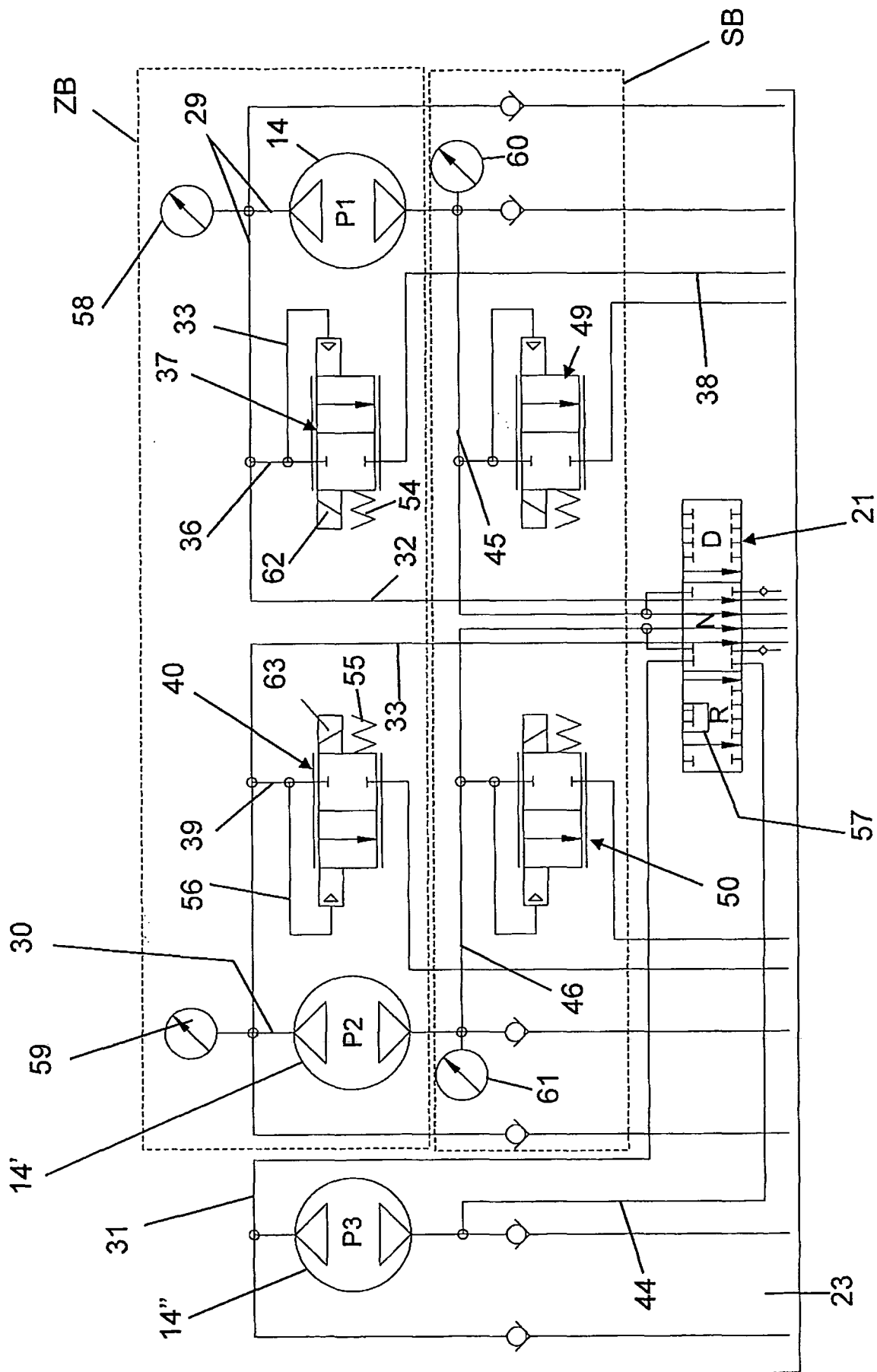


Fig. 12

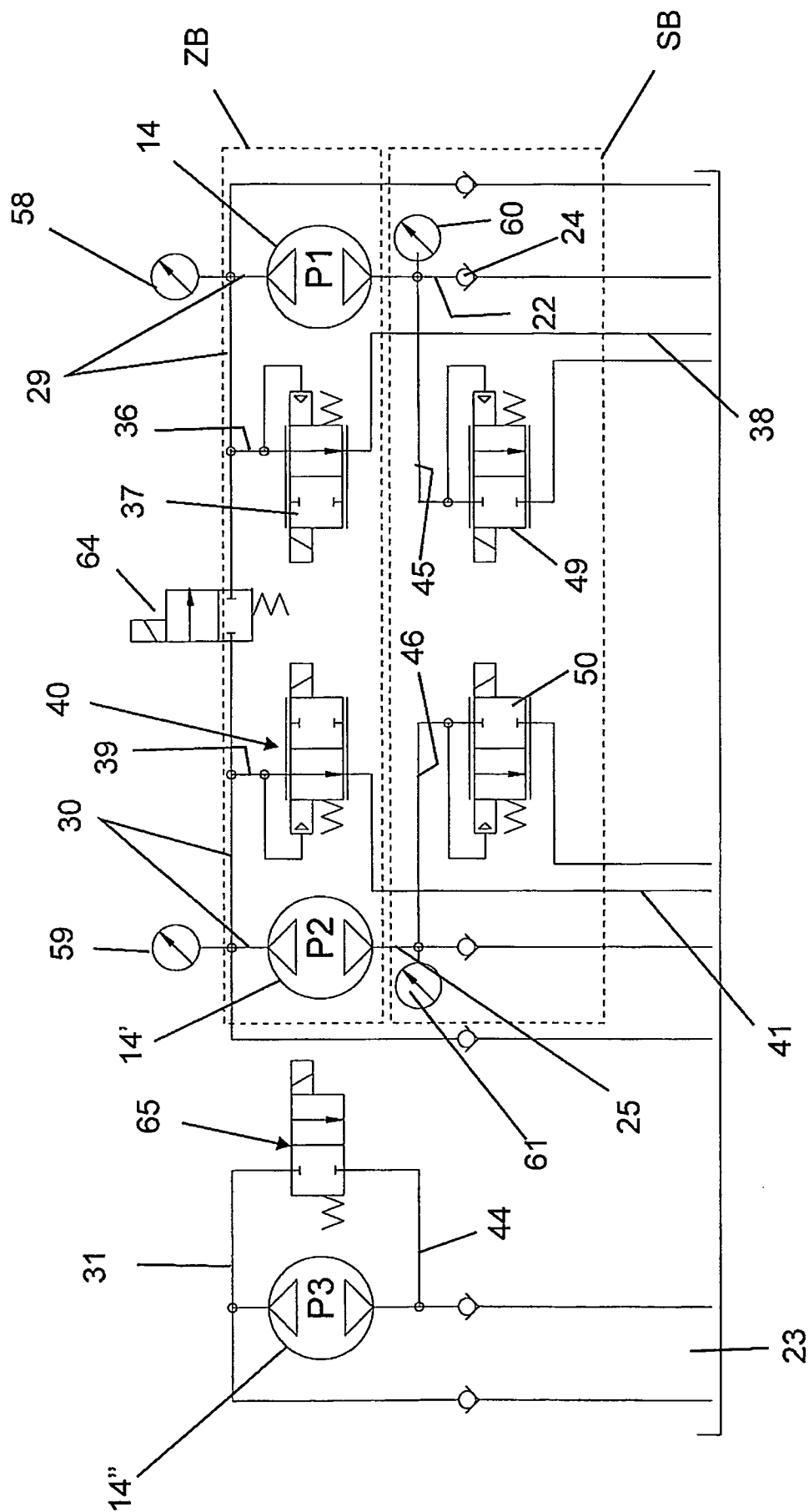
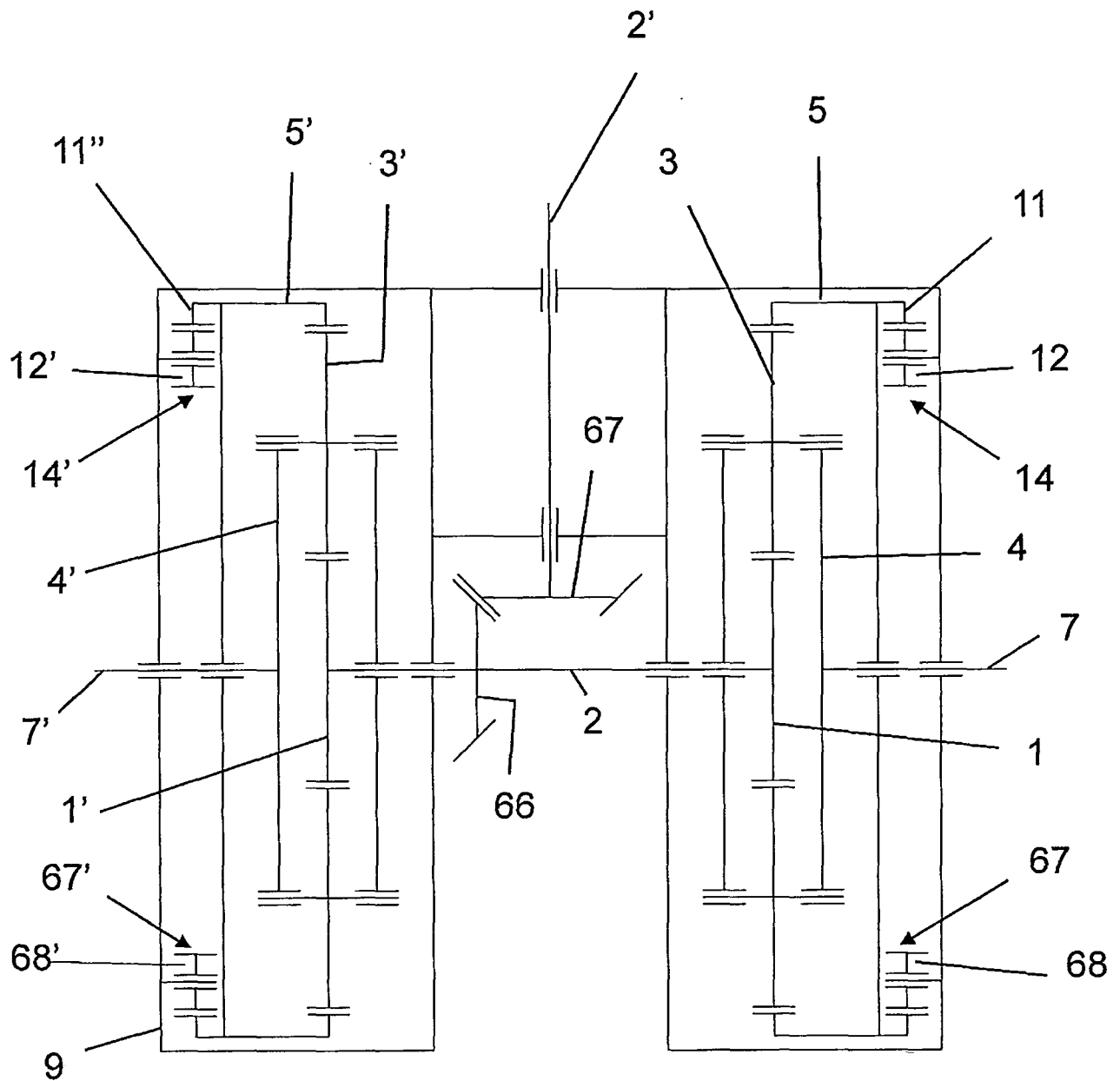


Fig. 13

**Fig. 14**

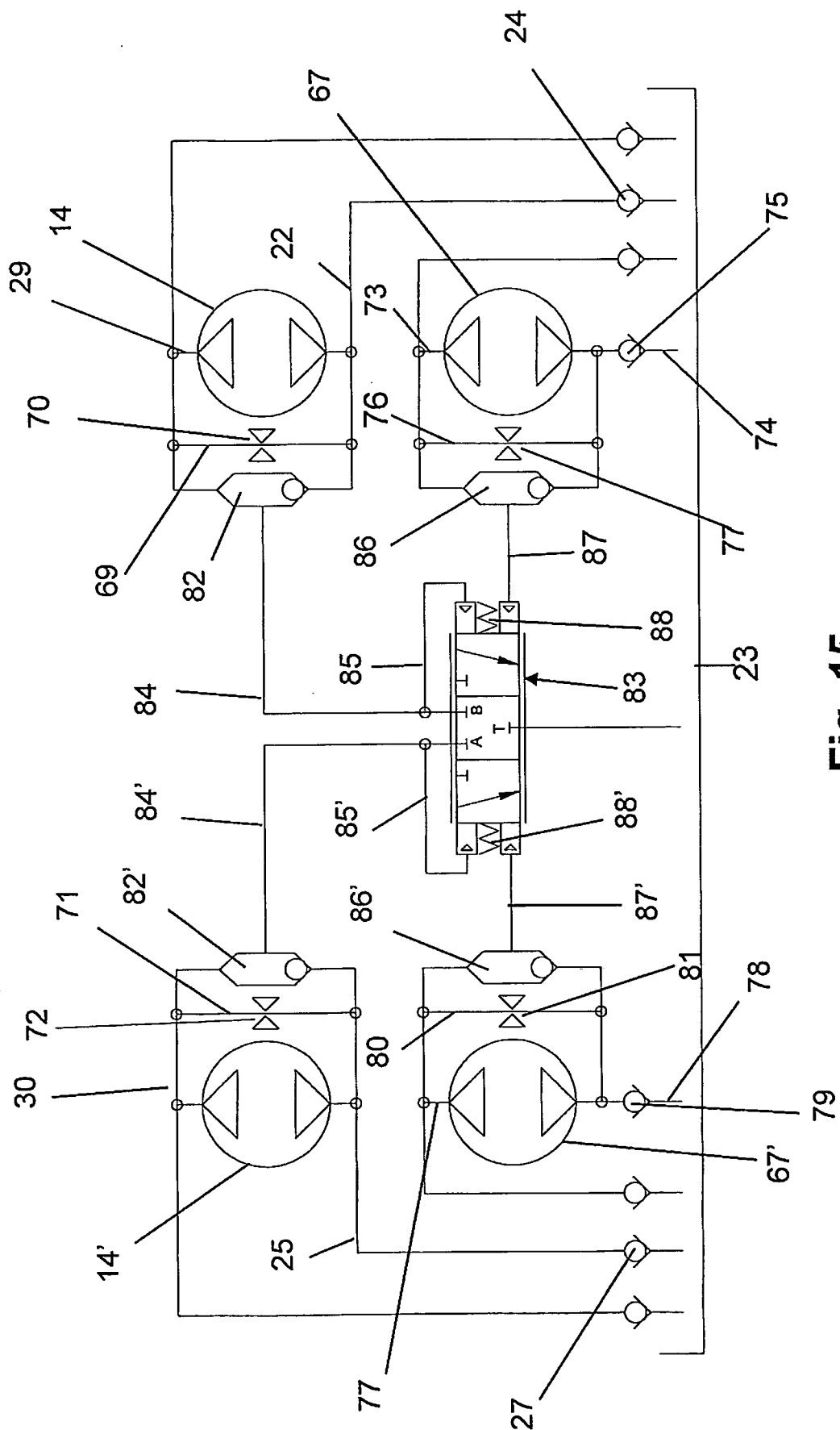


Fig. 15

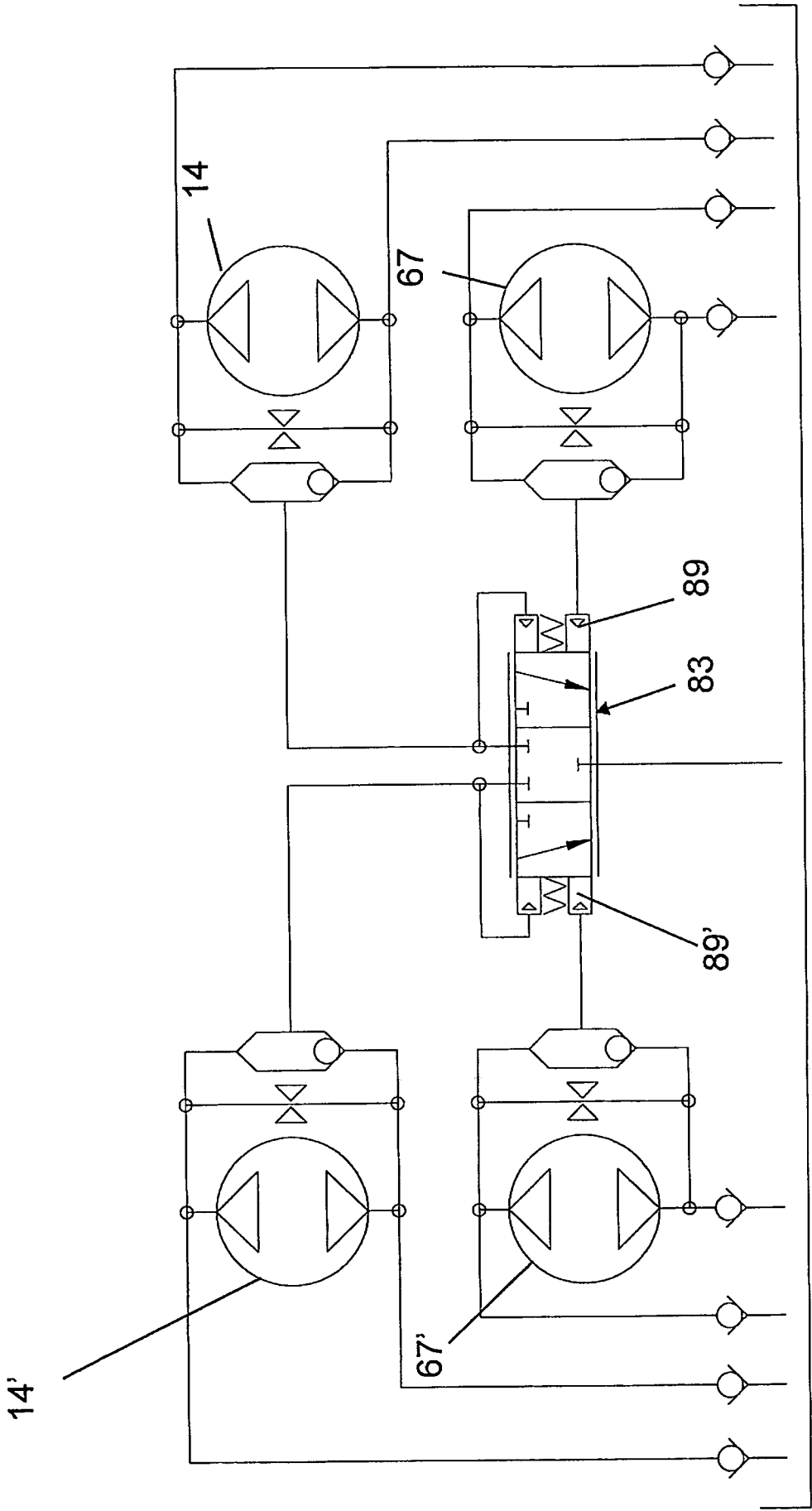


Fig 16

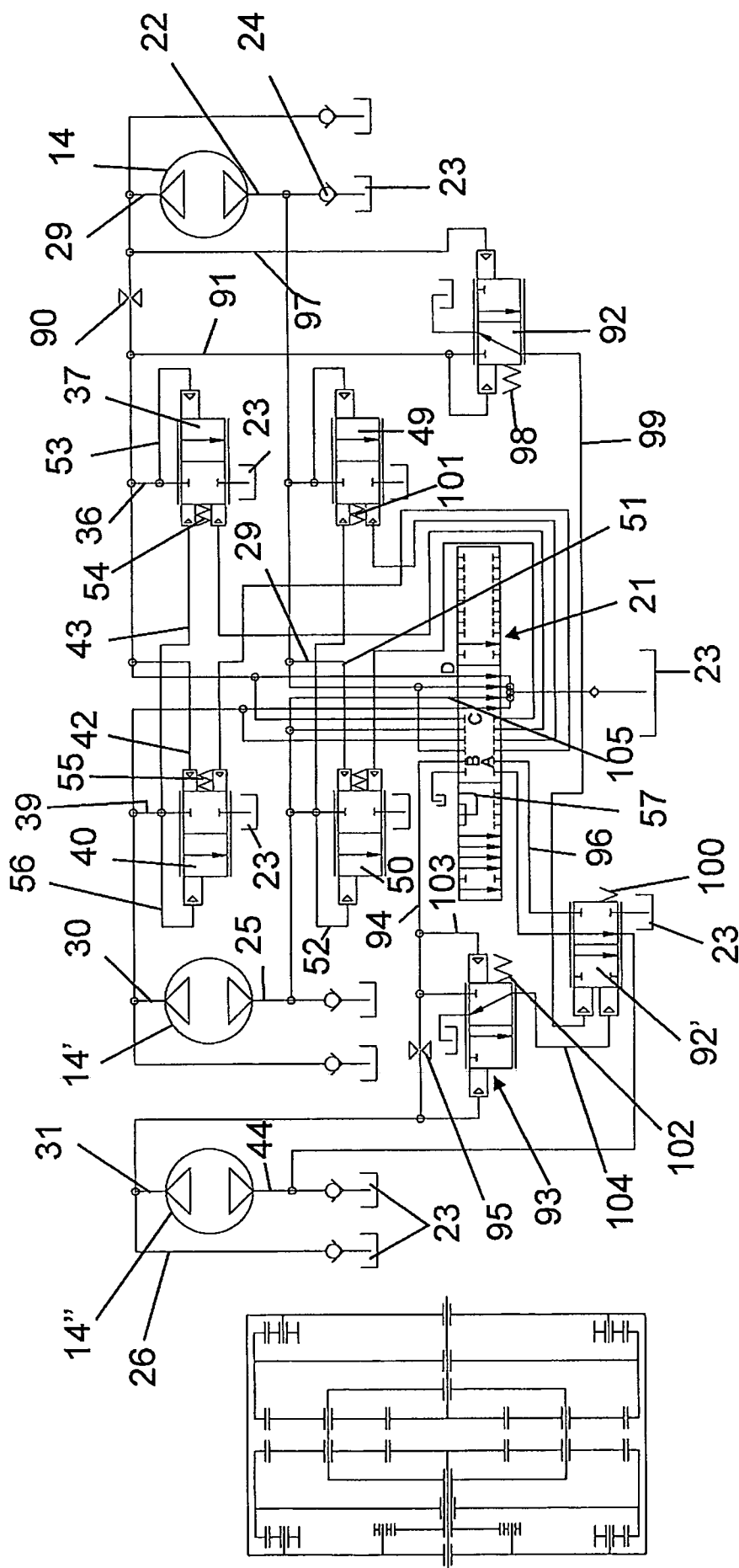


Fig. 17

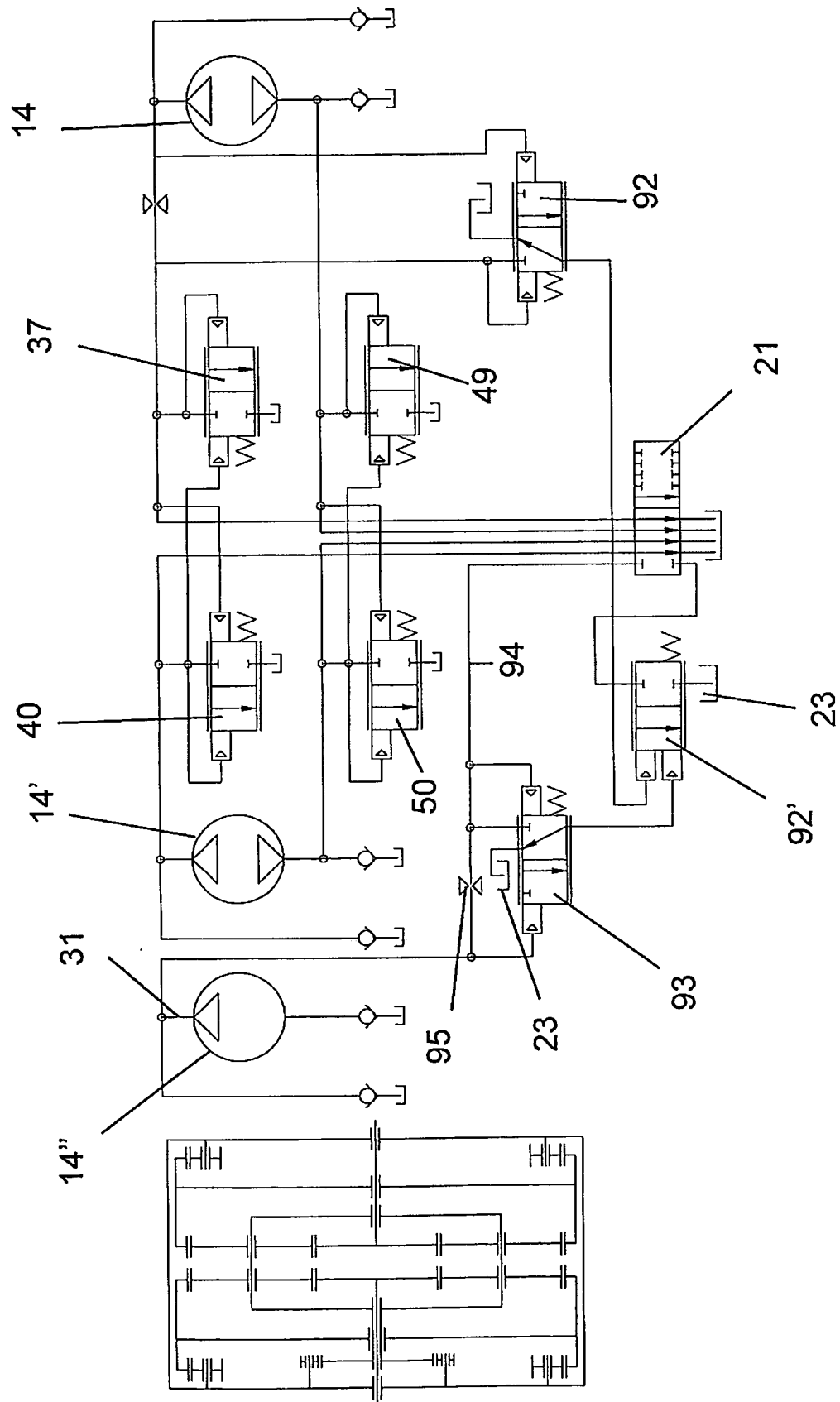


Fig. 18

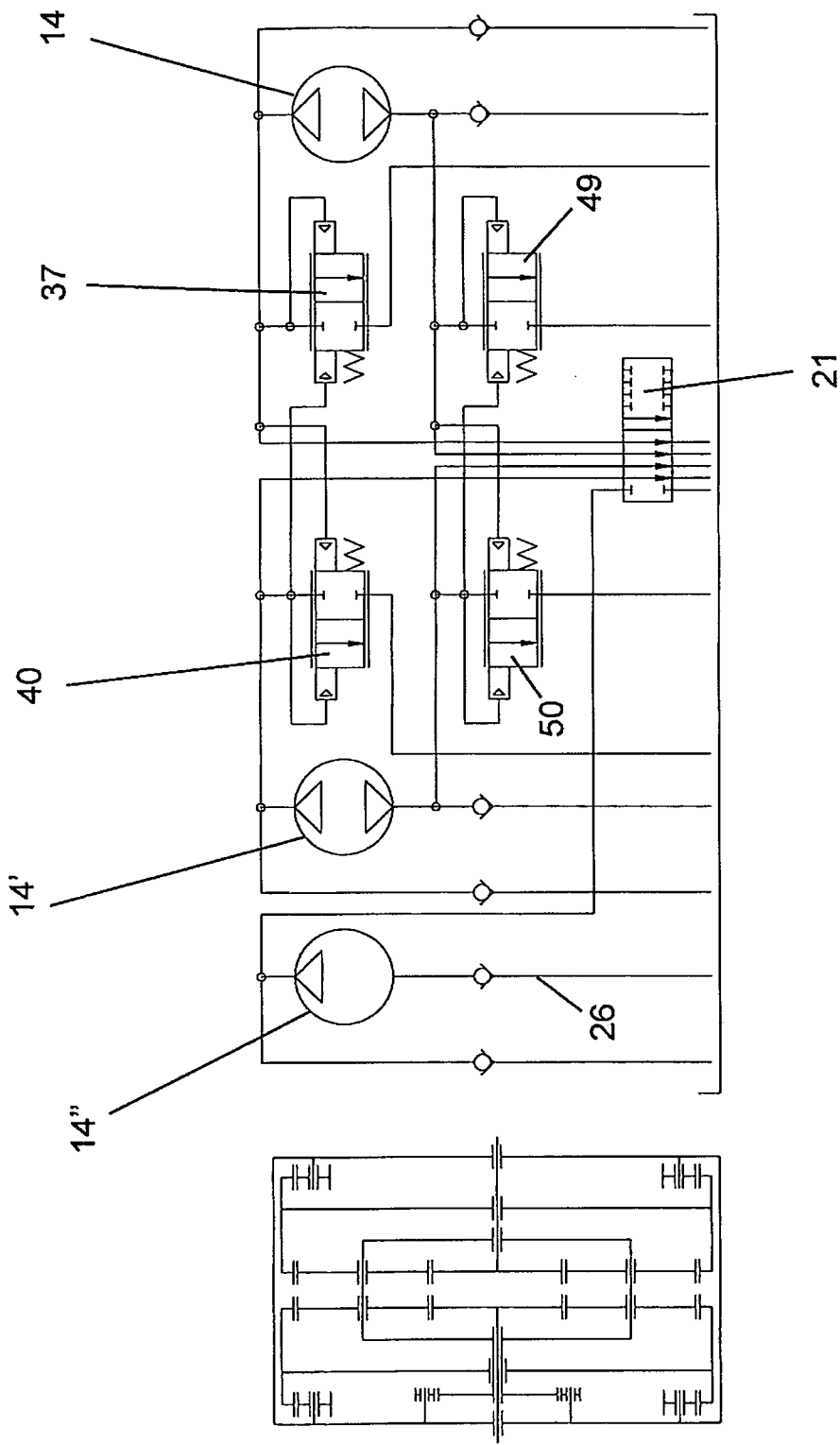


Fig. 19

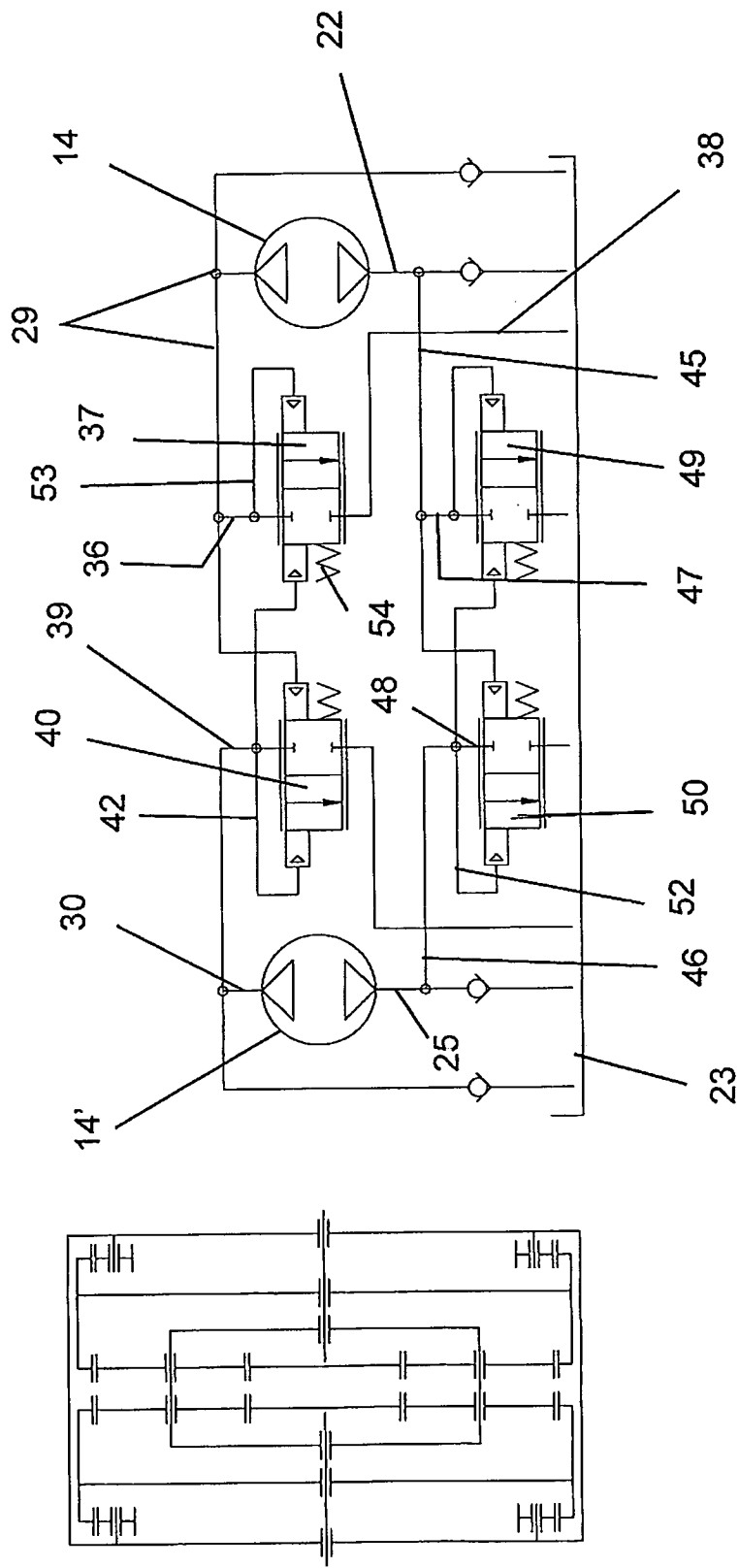


Fig. 20

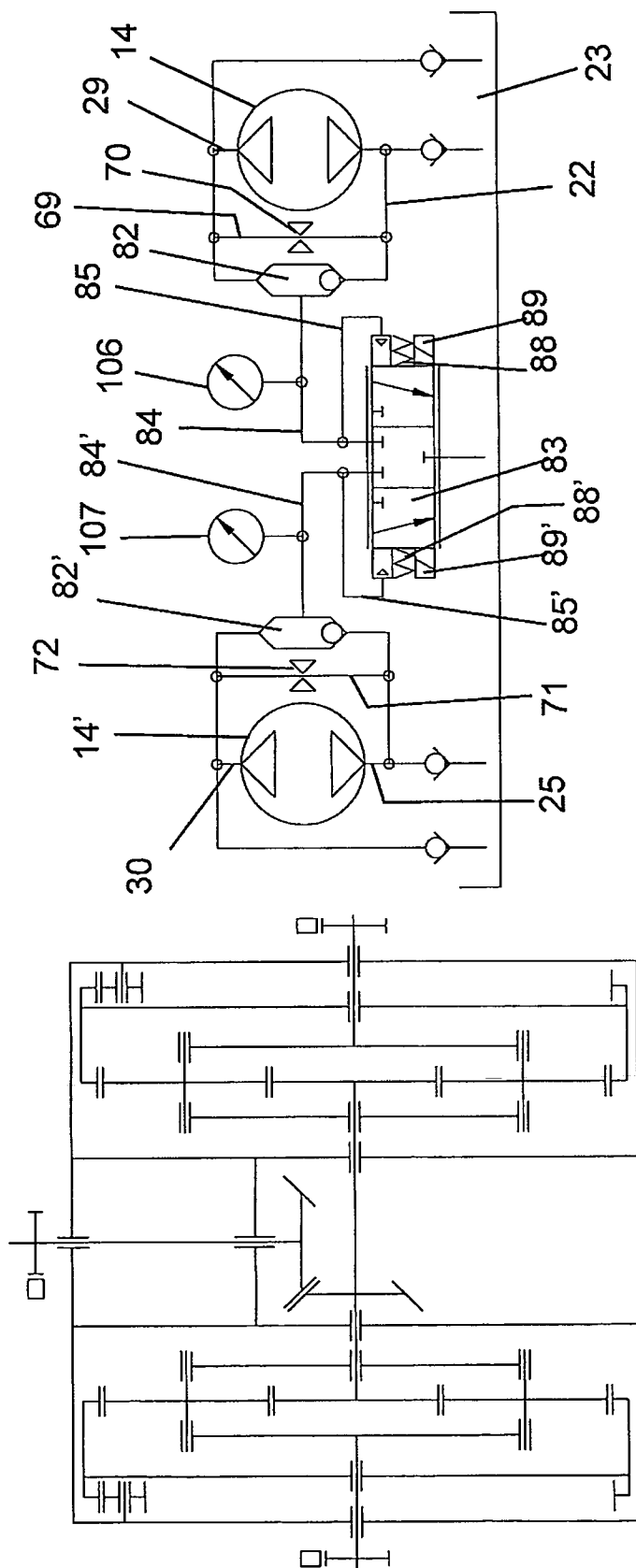
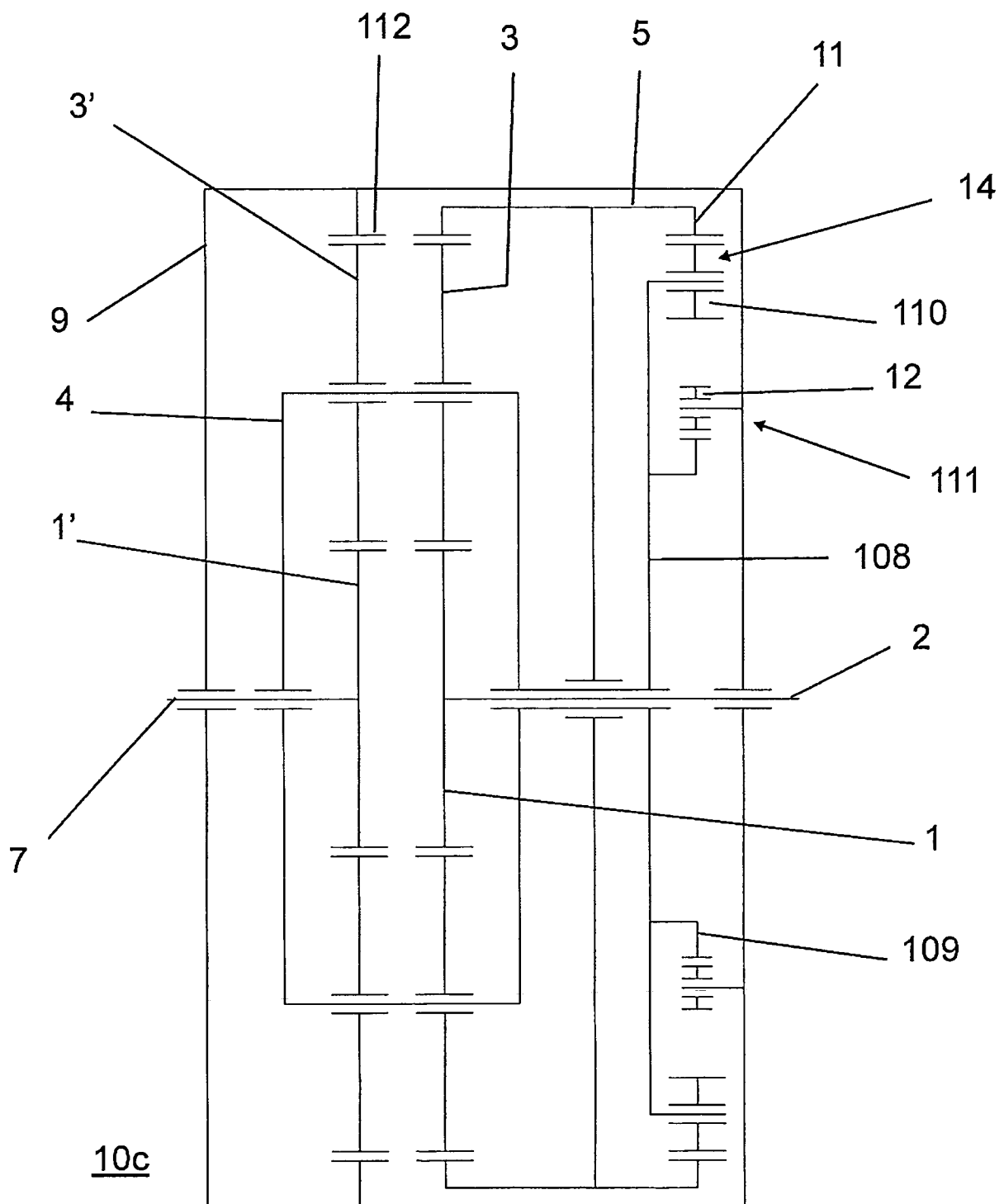
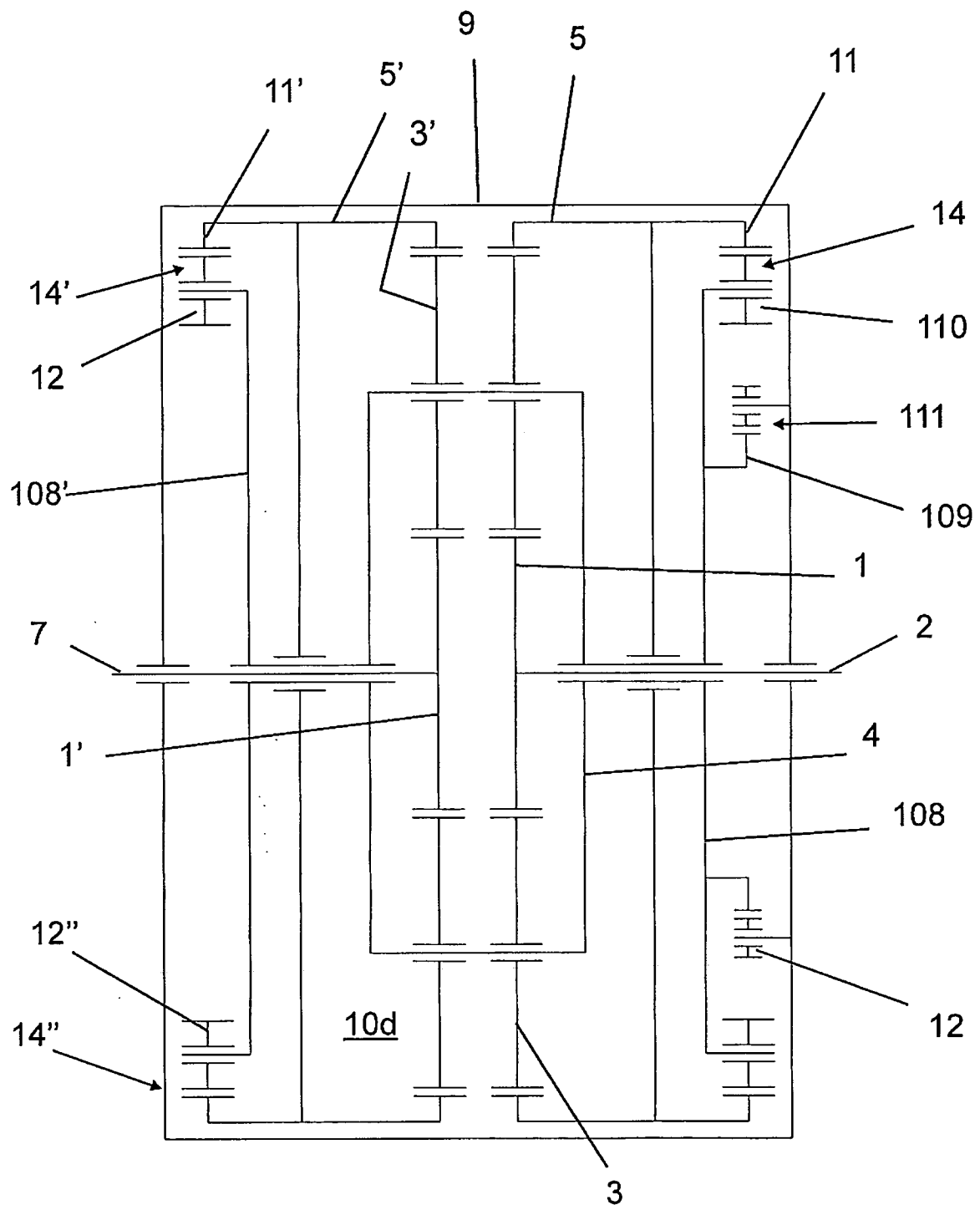
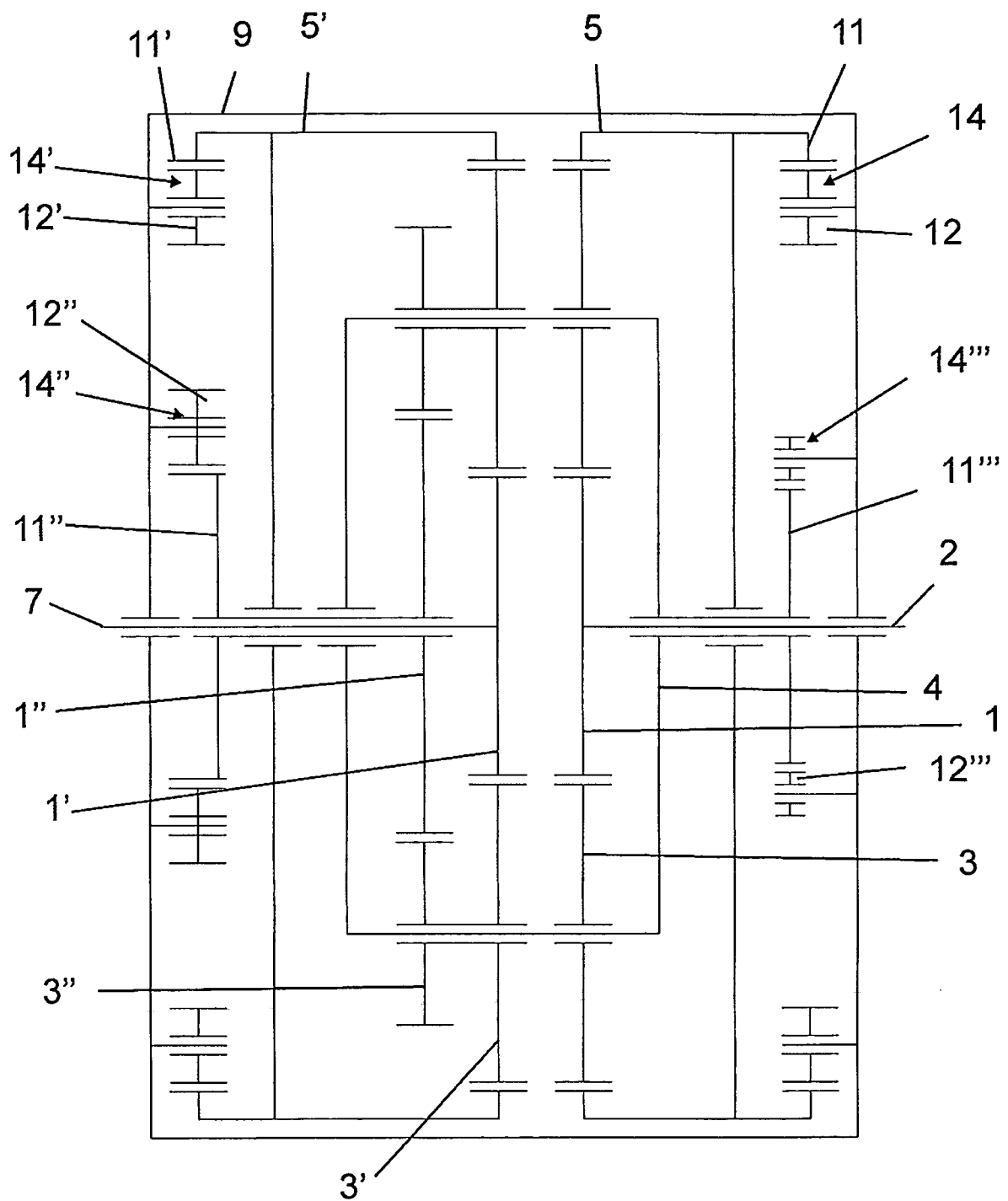
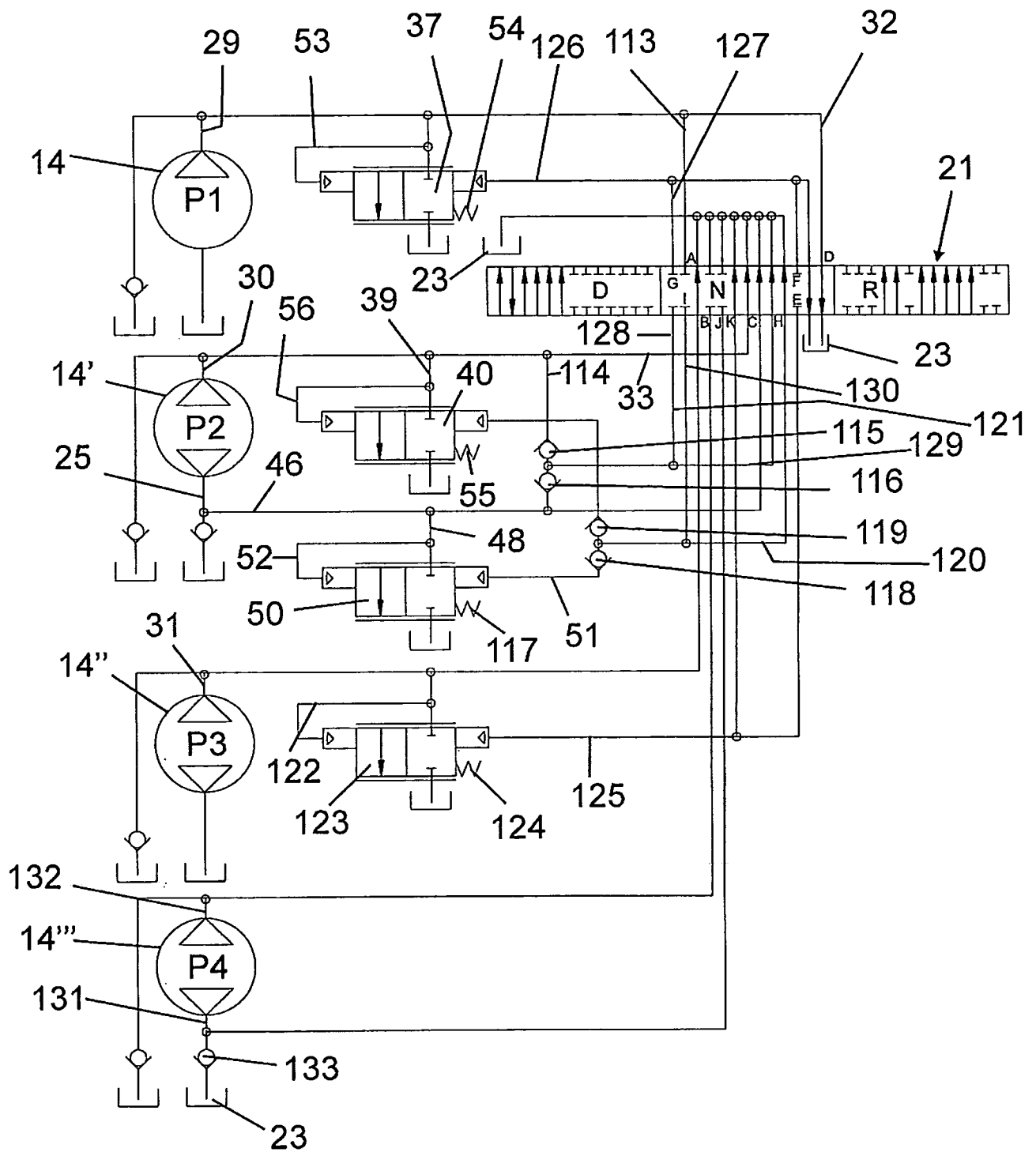


Fig. 21

**Fig. 22**

**Fig. 23**

**Fig. 24**

**Fig. 25**

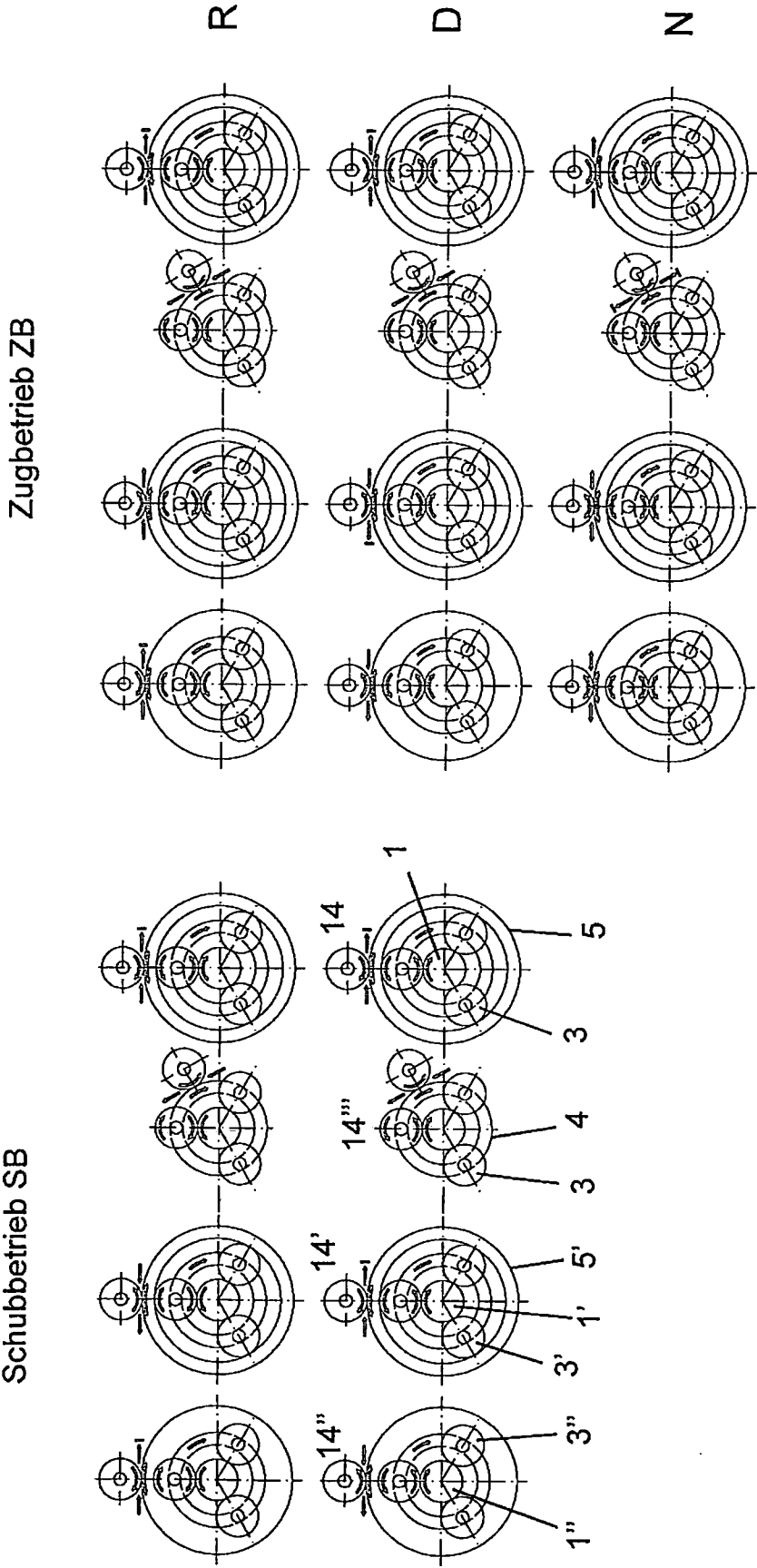


Fig. 26

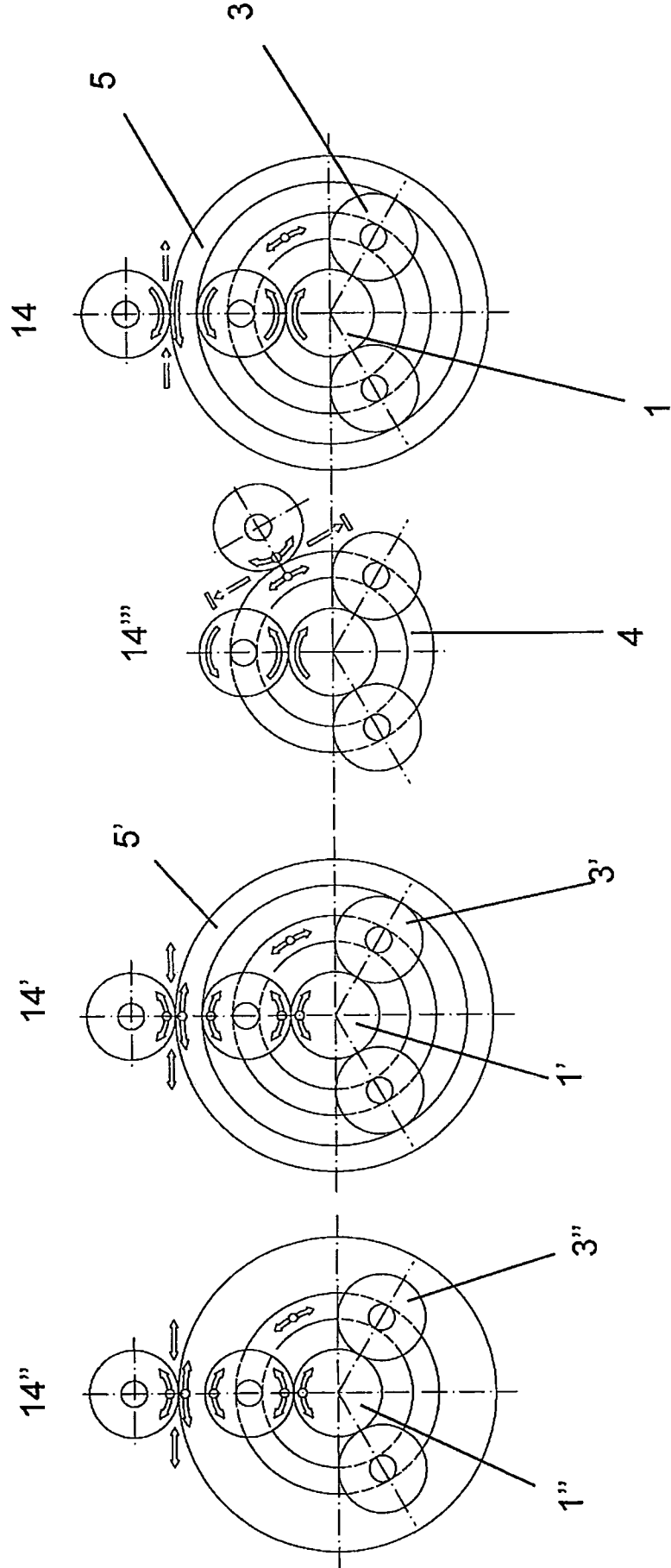


Fig. 27

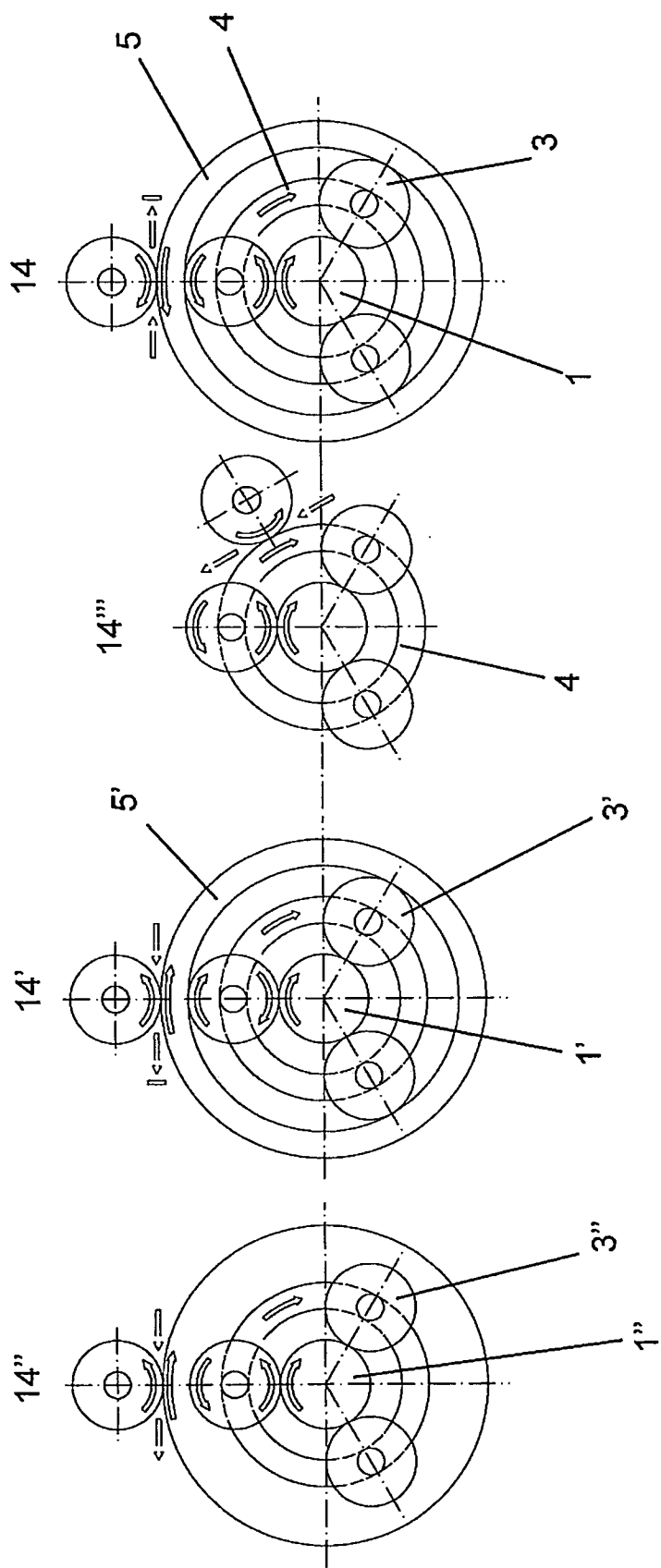


Fig. 28

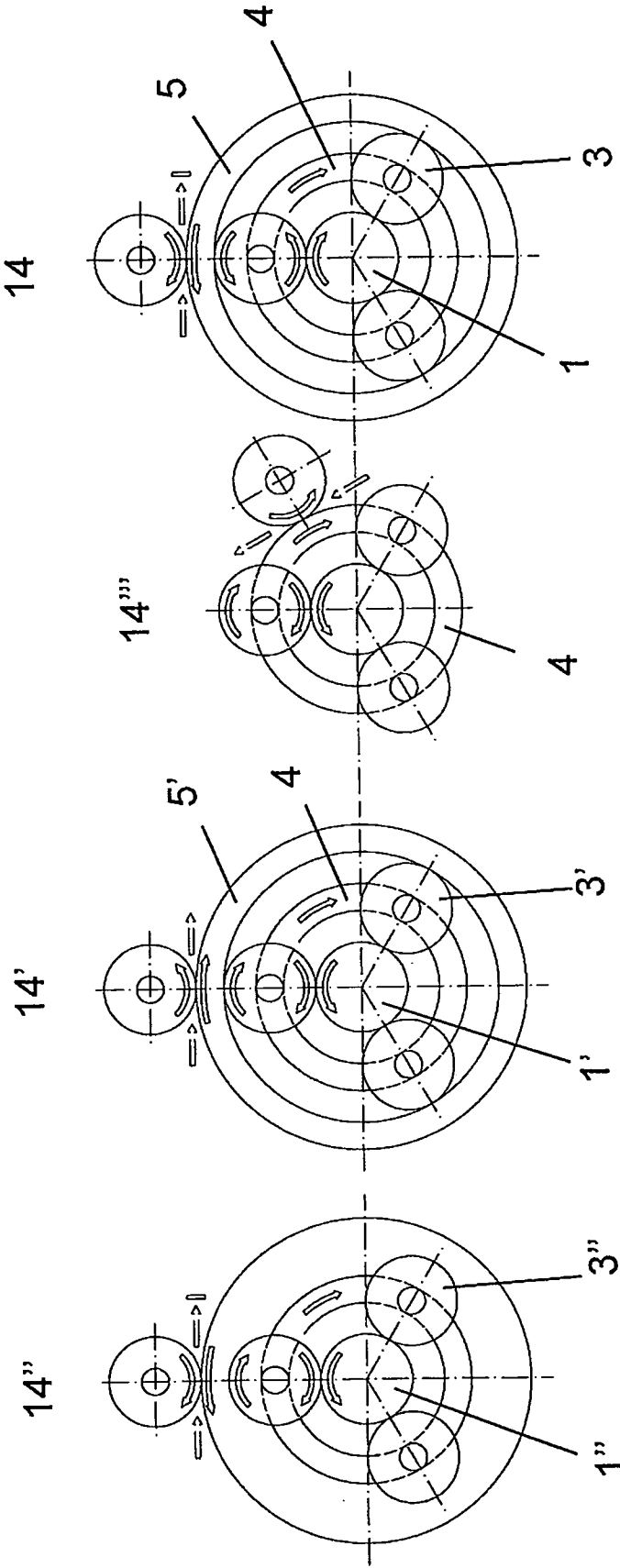


Fig. 29

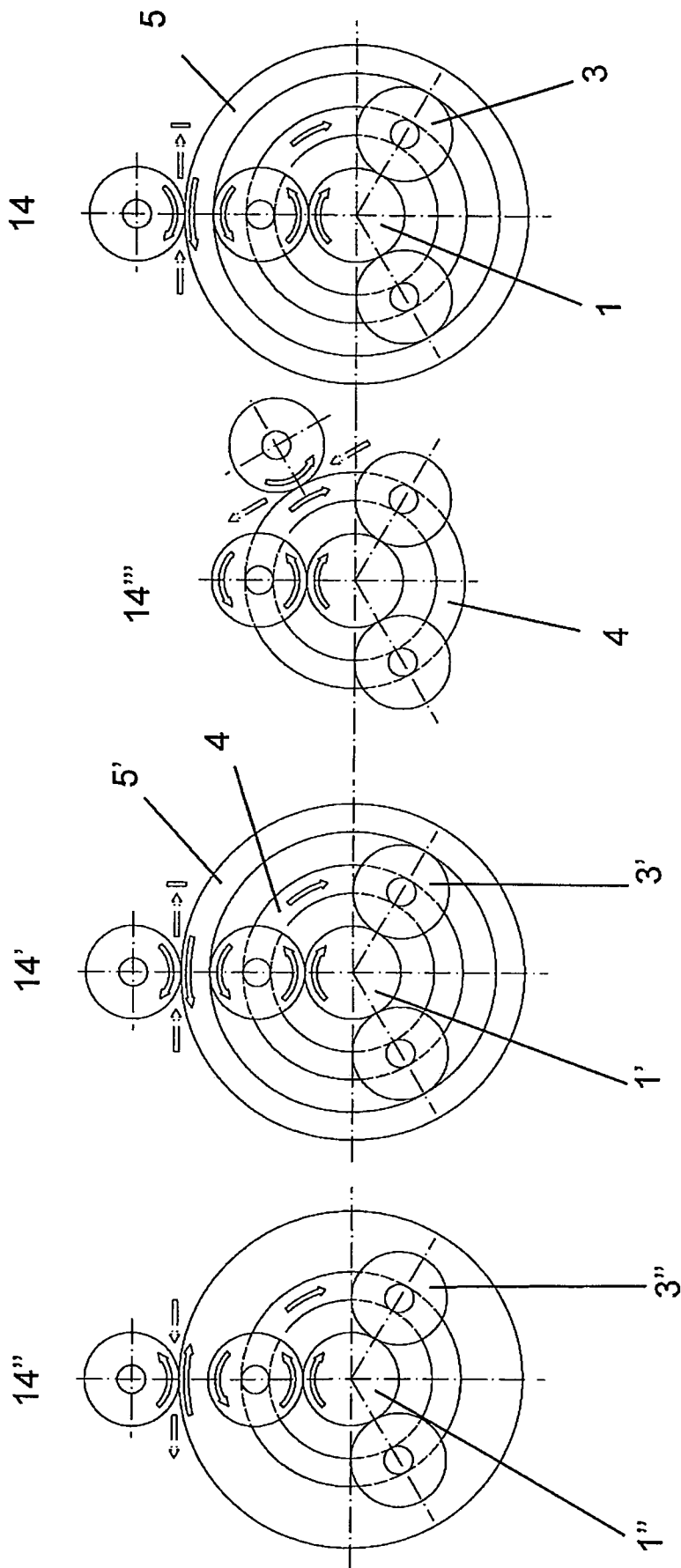


Fig. 30

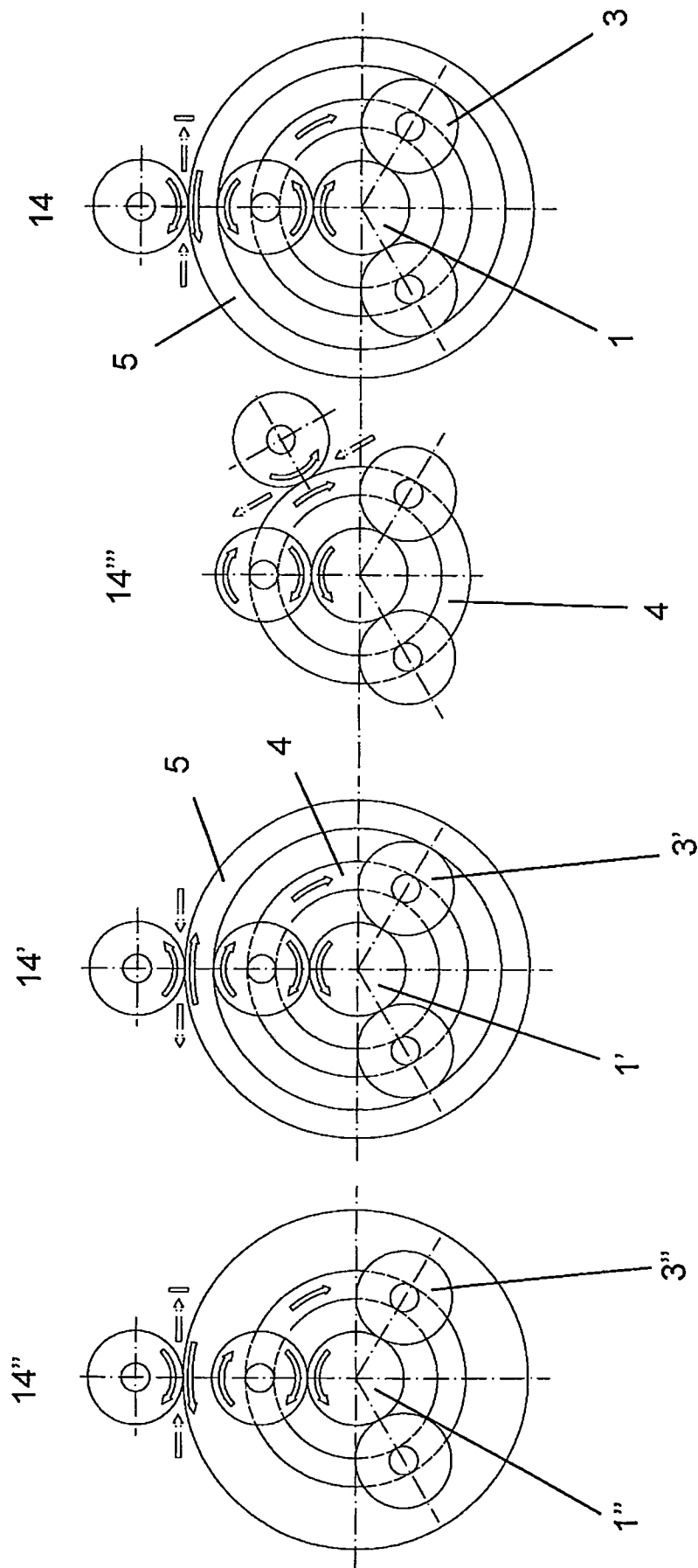
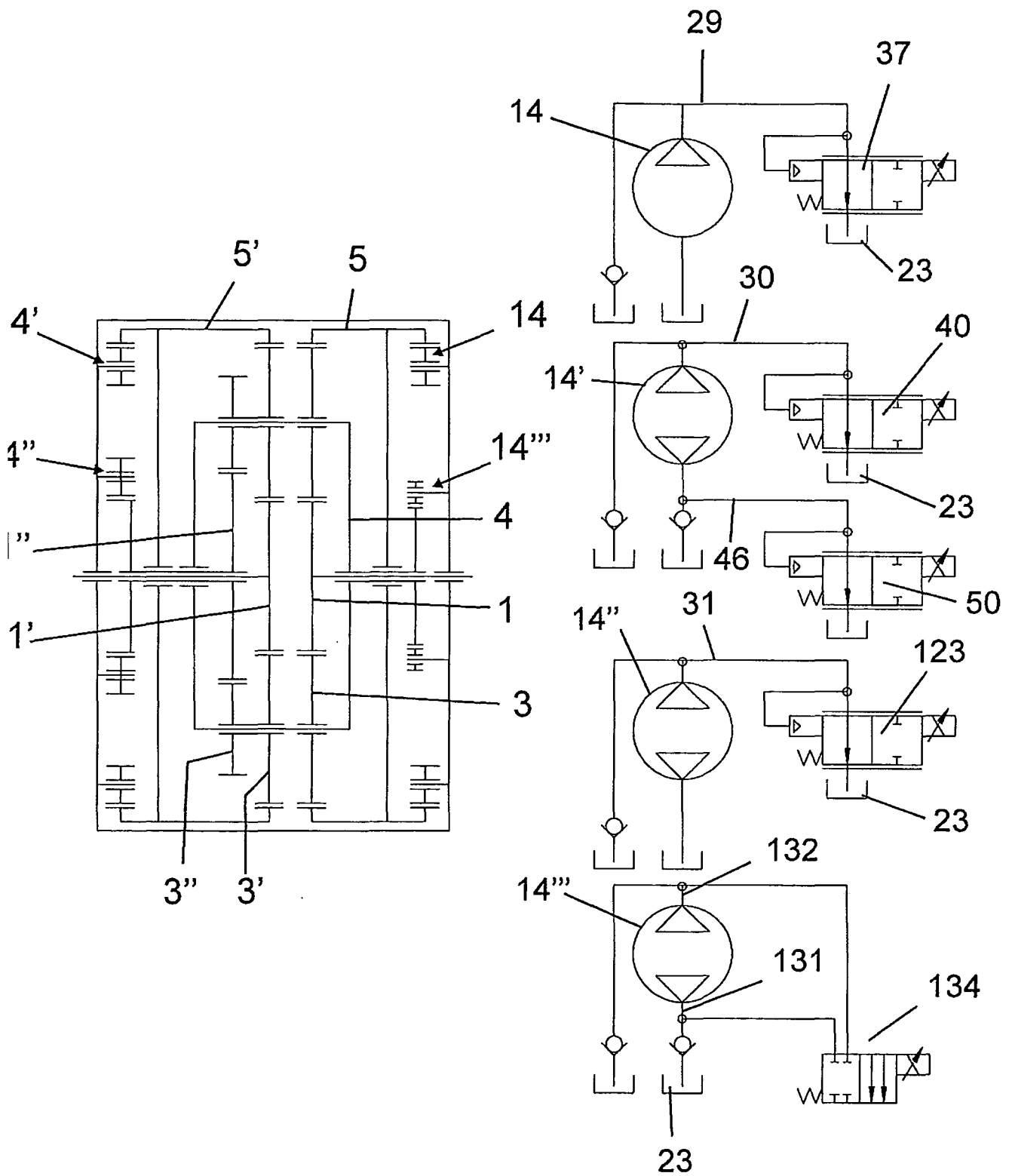


Fig. 31

**Fig. 32**