



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 40 14 241 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁵:
F 16 H 1/455
B 60 K 17/20

⑳1 Aktenzeichen: P 40 14 241.8
⑳2 Anmeldetag: 4. 5. 90
⑳3 Offenlegungstag: 23. 1. 92

DE 40 14 241 A 1

⑦1 Anmelder:
Sartoros, Theodore, Dr.-Ing., 4006 Erkrath, DE

⑦2 Erfinder:
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Hydrostatisches-Selbstsperrendes- Differential-Planeten-Getriebe

DE 40 14 241 A 1

Das erfindungsgemäße hydrostatisch-selbstsperrende Differential-Planeten-Getriebe, abgekürzt HSDPG, bestehend aus zwei räumlich nebeneinander oder räumlich getrennt voneinander angeordneten Verdrängereinheiten VE (I) und VE (II) mit konstantem oder verstellbarem Schluckvolumen der Gattung der mehrpoligen Flügelzellenmaschinen bzw. Sperrschiebermaschinen, wellenmäßig so gebildet, daß jede Verdrängereinheit zwei Wellen (1) und (6) aufweist und letztere mechanisch so miteinander gekoppelt sind, daß insgesamt drei (A, S, C) drehbar gelagerte Wellen entstehen, wovon die gemeinsame Koppelwelle S als Antriebswelle und die anderen zwei Einzelwellen A und C als Abtriebswellen verwendet werden und die Verdrängereinheiten VE (I) und VE (II) mittels Kanälen (10, 11) hydraulisch so miteinander geschaltet und verbunden sind, daß ein zwischen beiden Verdrängereinheiten mit Flüssigkeit gefüllter und geschlossener Kreislauf entsteht und beim Antreiben mittels der Koppelwelle S die Einzelwellen A und C in synchroner Rotation mit gleicher Drehrichtung wie S in Drehung versetzt werden, und mittels regelbaren Ventilen (12, 13) angeordnet an den Kanälen (10, 11) die Fördermenge Q geregelt wird, welche nur dann im geschlossenen Kreislauf umläuft, wenn die Verdrängereinheiten VE (I) und VE (II) unterschiedliche Drehzahlen aufweisen, wie z. B. bei den Rädern einer Fahrzeugachse beim Kurvenfahren vorkommt, und dadurch sowohl die relative Drehzahl der Einzelwellen A und C zueinander als auch die relative Drehzahl der Einzelwellen A und C zu der Koppelwelle S stufenlos geregelt wird, und zwar vom Sperrwert null bis zum Sperrwert eins, ist als selbstsperrendes Kfz-Differential und/oder als hydraulische Achse mit zwei rotierenden Abtriebswellen A und C, welche zu einem bestimmten und regelbaren Drehzahlverhältnis $v =$

$$\frac{N_A}{N_C}$$

zueinander stehen, für industrie-stationäre Anlagen konzipiert.

Stand der Technik

In den bekannten hydrostatischen Zweiwellen-Getrieben mit verstellbaren zweipoligen Flügelzellenmaschinen oder auch Exzenter-Flügelzellenmaschinen genannt, jede verwendete Verdrängereinheit VE (I) und VE (II) ist wellenmäßig nur mit einer Welle ausgerüstet und die Verdrängereinheiten VE (I) und VE (II) werden ausschließlich hydraulisch miteinander verbunden und geschaltet. Nach der hydraulischen Schaltung wird die Welle der VE (I) als Antriebswelle und die Welle der VE (II) als Abtriebswelle verwendet oder umgekehrt (Bildung eines Stand-Getriebes).

Die von der antreibenden Welle in die Verdrängereinheit VE (I) zugeführte mechanische Energie wird vollständig in hydraulische Energie umgewandelt und der VE (II) zugeleitet, wo sie wiederum in mechanische Energie umgewandelt wird.

In jedem konventionellen hydrostatischen Getriebe, wie oben beschrieben, bestehend aus zwei VE treffen wir also insgesamt nur zwei rotierende Wellen an; die stufenlose Regelung der Abtriebsdrehzahl wird durch radiale Verschiebung des Exzenteringes zum Mittel-

punkt des Rotors der Flügelzellenmaschine realisiert.

Die bekanntesten Vertreter dieser Anordnung mit verstellbaren Exzenter-Flügelzellenpumpen/-motoren sind die Sturm-Boehringer-Getriebe in Deutschland und die VARSPE-Hydrogetriebe in Italien.

Exzenter-Flügelzellenmaschinen eignen sich nur bedingt für die Bildung eines hydrostatisch-selbstsperrendes Differential-Planeten-Getriebes, deshalb wird diese Konstruktionsart nicht verfolgt.

Hydrostatische Dreiwellen-Differential-Planeten-Getriebe mit Verdrängereinheiten der Gattung 4- oder mehrpoligen Flügelzellenmaschinen, auch doppelt wirkende Flügelzellenmaschinen benannt, sind weltweit unbekannt.

Es fehlt also ein hydrostatisches Differential-Planeten-Getriebe, welches die Gesetzmäßigkeiten der bekannten Zahnrad-Differentiale aufweist bzw. erfüllt und zusätzlich noch regelbar ist, in dem Sinne, daß die relative Drehzahl der Wellen A und C und der damit verbundenen Räder zueinander und/oder zu der Koppelwelle S, regelbar ist; somit sollte vermieden werden, daß die Abtriebswellen A und C mit den damit verbundenen Rädern einer Achse "spinnen", wenn die Räder auf Boden mit unterschiedlicher Bodenhaftung stehen oder rollen.

Aufgabenstellung

Die Erfindung stellt sich zur Aufgabe, ein hydrostatisch-selbstsperrendes Differential-Planeten-Getriebe mit Hilfe von nur zwei Verdrängereinheiten der Gattung der mehrpoligen Flügelzellenmaschinen/Sperrschiebermaschinen zu realisieren, welches all den Forderungen der Kfz-Hersteller und -Anwender, nach feinfühligere Regelung des Sperrwertes der Räder eines Mobilfahrzeuges, nach mehr Fahrsicherheit und Fahrkomfort, nach energiesparender Konstruktion, nach kleinen Abmessungen und niedrigem Gewicht, erfüllt.

Das HSDPG soll ebenfalls eine "hydraulische Achse" mit einer Antriebswelle S und zwei rotierenden Abtriebswellen A und C realisieren, wo die Abtriebswellen A und C zu einem vorgegebenem Drehzahlverhältnis $\frac{N_A}{N_C}$ stehen, wie es in vielen Industrie-Anwendungen erforderlich ist; z. B. Pressen-, Hebebühnen-, Vorrichtungsbau, Druckmaschinen, Winden etc.

Erfindungsgemäße Ausführung und Erläuterungen

Die erfindungsgemäße Ausführung wird anhand der Fig. 1 und Fig. 5 erläutert; es zeigt in vereinfachter Weise die wesentlichen Teile der Erfindung, so wie sie gebildet, gekoppelt und geschaltet und in einem Kfz-Differential verwendet werden.

Die Verdrängereinheiten VE (I) und VE (II) sind gleiche mehrpolige Flügelzellenmaschinen und bestehen im wesentlichen aus den gleichen, nachstehend aufgelisteten Bauteilen:

(1) Antriebswelle, (4) Hubring = Nockenring, (3) Flügel = Sperrschieber = Lamellen, (2) Rotor, (5) Seitenplatten = Druckplatten, (6) Abtriebswelle, (7) Mechanismus zur Verstellung der Winkellage des Hubringes zu den Seitenplatten, (8) Gehäuse, (9) Fahrgestell (10, 11) Kanäle, (12, 13) Regelventile.

Der Rotor (2) sitzt fest mittels Paßfeder und Nut oder mittels Verzahnung auf der drehbar gelagerten An-

triebswelle (1) und ist koaxial angeordnet innerhalb des Hubringes (4).

Die zwei Antriebswellen (1) der Verdrängereinheiten VE (I) und VE (II) sind miteinander mittels einer starren Welle S verbunden und fest gekoppelt, und diese Koppelwelle S, genannt auch "Stegwelle", die Antriebswellen (1) der Verdrängereinheiten VE (I) und VE (II) synchron antreibt (Bildung der starren Stegwelle).

Die Lamellen (3) bewegen sich radial innerhalb der radialen Schlitzes des Rotors (2) und werden von der Fliehkraft, Federkraft und Betriebsdruck gegen die Gleitfläche des Hubringes (4) angedrückt, so daß zwischen dem Rotor, dem Hubring, den Flügeln, und den Ein- und Auslaßöffnungen der Seitenplatten, Zellen sich bilden; durch Verstellung der Winkellage des Hubringes innerhalb eines Zwischenringes nach dem Prinzip z. B. des DBP 24 48 469.3 wird die Fördermenge Q geregelt.

Die Bauteile jeder Verdrängereinheit VE (I) und VE (II) und zwar: der Hubring (4), die Seitenplatten (5) und die Abtriebswelle (6) sind mechanisch fest miteinander verbunden, drehbar gelagert, und drehen sich gemeinsam wie ein Bauteil (Bildung der Einzelwelle A und C).

Aufgrund der symmetrischen Nockenform der inneren Kontur des Hubringes (4) entstehen diametral gegenüberliegend insgesamt 4, 6, oder 8 Zonen, genannt auch Pole, wovon die halbe Anzahl mit Niederdruck und die andere halbe Anzahl der Pole mit Hochdruck beaufschlagt wird.

Die Druckkraft-resultierenden bilden ein Kräftepaar, welches den Hubring in Rotation zu versetzen versucht; es entsteht also ein Drehmoment am Hubring, welches aufgrund der mechanischen Verbindung den Seitenpaaren und Abtriebswelle (6) weitergeleitet wird.

Die hydraulische Schaltung der Verdrängereinheiten VE (I) und VE (II) mittels hydraulischer Kanäle (10, 11), wo die Regelventile (12, 13) angeordnet sind, weist zwei unverwechselbare Merkmale auf:

a) Wenn die Stegwelle S die Rotoren (2) der zwei Verdrängereinheiten VE (I) und VE (II) synchron antreibt, versuchen beide VE-Flüssigkeit zu fördern und zwar im Gegenstrom im selben Kanal; somit kann die Flüssigkeit nicht strömen und spannt sich in dem hydraulischen Kanal (HDK) (11) und wirkt sie wie eine eingespannte Flüssigkeitssäule, während im anderen hydraulischen Kanal (NDK) (10) völlig entspannt bleibt

Das mit der Stegwelle S eingeleitete Drehmoment verteilt sich durch die eingespannte Flüssigkeit gleichmäßig auf die Abtriebswellen (6) und setzt sie in synchroner Rotation mit der Stegwelle, wenn natürlich die Räder gleichbelastet sind und auf Boden mit gleicher Bodenhaftung stehen oder rollen.

b) Wenn die eine Einzelwelle z. B. A in einer beliebig definierter positiver Drehrichtung gedreht wird, bei festgehaltener Stegwelle S, dann dreht sich die andere Einzelwelle C mit genau der gleichen Drehzahl aber in negativer Drehrichtung (Bildung eines Minus-Getriebes).

Das nach dieser Art von mechanischer Koppelung und hydraulischer Schaltung entstandene Getriebe ist ein regelbares, hydrostatisches Differential-Planeten-Getriebe mit drei rotierenden Wellen (A, S, C), wovon die Koppelwelle S als Antriebswelle und die anderen zwei Einzelwellen A und C als Abtriebswellen fungieren, sämtliche Gesetzmäßigkeiten der Zahnrad-Diffe-

rential-Planeten-Getriebe erfüllt und zusätzlich noch regelbar ist.

Folgende Erläuterung hilft zur Verständigung des Besagten:

Bei antreibender Stegwelle S und geradliniger Bewegung des Fahrzeuges auf Straßen (15) mit gleicher Bodenhaftung der Räder (14) links und rechts, bleibt die Flüssigkeit des HSDPG in den Hochdruckzonen und im Hochdruckkanal (HDK) (11) aufgrund der gewählten Schaltung, wie eine erstarrte Säule stehen, also fließt nicht und die Flügel (3) übertragen das eingeleitete Drehmoment an die Flüssigkeitssäule und letztere gibt es dem Hubring und den Abtriebswellen A und C weiter; in diesem Zustand verteilen sich das eingeleitete Drehmoment und die Antriebsleistung gleichmäßig auf die Abtriebsräder (14) und die Hubringe (4) machen keine relative Bewegung zu den Rotoren (2), d. h. An- und Abtriebsselemente laufen wie ein starrer Block um (Funktion der starren Achse).

Bei einer Kurve müssen die zum Zentrum der Kurve näherliegenden Räder (14) langsamer und die außenstehenden Räder schneller laufen;

das wird mittels einer relativen Drehbewegung der Abtriebsselemente (= Hubring + Seitenplatten + Abtriebswelle) zu den Antriebselemente (= Antriebswelle + Rotor) der Verdrängereinheiten des HSDPG erreicht, in dem Sinne, daß durch die relative Drehbewegung der o. g. Baugruppen zueinander, die eine Verdrängereinheit mit dem sich im Kurveninneren verlangsamenden Rad anfängt als Pumpe zu funktionieren, während die andere Verdrängereinheit mit dem sich im Kurven äußeren beschleunigenden Rad als Hydromotor zu funktionieren beginnt;

der Hubring + Seitenplatten + Abtriebswelle der als Pumpe arbeitenden Verdrängereinheit macht eine zur Stegwelle S gegensinnige Drehbewegung, und der Hubring + Seitenplatten + Abtriebswelle der als Hydromotor arbeitende Verdrängereinheit führt eine zur Stegwelle S gleichsinnige Drehbewegung aus;

es entsteht also ein geschlossener Kreislauf mit fließender Flüssigkeitsmenge $Q \neq 0$ von der Pumpe durch den Kanal (HDK) zum Hydromotor und vom Hydromotor durch den hydraulischen Kanal (NDK) (10) und durch das Regelventil (12) zur Pumpe zurück;

die von der Pumpe gelieferte Fördermenge bzw. die im geschlossenen Kreislauf umkreisende Flüssigkeitsmenge Q ist direkt proportional dem Drehzahl-Unterschied zwischen Abtriebswelle A und Stegwelle S bzw. zwischen Abtriebswelle C und Stegwelle S, bzw. dem Unterschied der Kurvenradien der Räder.

In diesem Zustand arbeitet das HSDPG wie jedes konventionelles mechanisches Zahnrad-Differential-Planeten-Getriebe, zusätzlich aber gestattet leichtgängig kleine Drehzahl-Unterschiede zwischen den Abtriebswellen A und C bzw. zwischen den damit verbundenen Rädern (Funktion als Differential).

Die selbstsperrende Wirkung des HSDPG wird durch die Regelventile erreicht.

Übersteigt der Drehzahl-Unterschied der linken und rechten Räder einer Achse einen vorgegebenen Grenzwert, interveniert vom Board-Computer gesteuert, das Regelventil (13) oder das Regelventil (12) oder beide zusammen.

Durch die Regelung des Ventiles (12) oder (13) oder beider wird der im geschlossenen Kreislauf umlaufende Flüssigkeitsstrom Q gebremst und verlangsamt, bis der Drehzahl-Unterschied der Abtriebswellen den vorprogrammierten Sperrwert erreicht hat.

Wird ein Regelventil (12) oder (13) völlig zugeschlossen, dann bleibt die Flüssigkeit wie erstarrt in beiden hydraulischen Kanälen stehen, sie kann also nicht fließen ($Q=0$).

Die An- und Abtriebs Elemente der Verdrängereinheiten können jetzt keine relative Drehbewegung zueinander machen, sie werden also blockiert, und die Stegwelle S mit beiden Abtriebswellen A und C und den Rädern (14) links und rechts laufen wie ein Block um (gesperrtes Differential = starre Achse); dadurch wird eine feinfühligere Regelung des Sperrwertes vom Sperrwert null bis Sperrwert eins (= synchron Umlauf der An- und Abtriebs Elemente) erreicht.

In Fig. 2 ist die zweite Ausführung des erfindungsgemäßen regelbaren, hydrostatischen, selbstsperrenden Differential-Planeten-Getriebes dargestellt: Die gemeinsame Koppelwelle S treibt jetzt die Baugruppe Hubring + Seitenplatten + Welle (6) beider Verdrängereinheiten an, während der Rotor + Welle (1) jeder Verdrängereinheit mit je einer Abtriebswelle A und C verbunden ist (Umkehrung des Konstruktionsprinzips zur Bildung der Stegwelle S und der Einzelwellen A und C als im Fig. 1).

In Fig. 3 wird die Umkehrung der zugeteilten An- und Abtriebsfunktion der drei Wellen (A, S, C) des erfindungsgemäßen hydrostatischen Differential-Getriebes beschrieben:

Jede Einzelwelle A und C ist von einem (Verbrennungs- oder Elektro-)Motor angetrieben und die Stegwelle S ist jetzt die einzige Abtriebswelle des Getriebes (Bildung eines Überlagerungsgetriebes).

Auf die Stegwelle S addieren sich oder subtrahieren sich die zwei von den Einzelwellen A und C bedingten Drehzahlen und Leistungen.

Mit diesem Antriebskonzept wird die Drehzahl der Abtriebswelle S in beiden Fahrtrichtungen stufenlos geregelt.

Nachstehend auch einige Erläuterungen zu der Funktion des nach Fig. 3 Überlagerungsgetriebes.

Zuerst sei angenommen, daß der in Fig. 3 rechte Elektromotor (18) stillsteht und mittels einer Bremse (19) die Baugruppe der Welle C, d. h. der Hubring + Seitenplatten + Welle (6) der Verdrängereinheit VE (II) festgehalten werden, während der linke Elektromotor (18) mit der Baugruppe Hubring + Seitenplatten + Welle (6) sich drehen;

vorausgesetzt, daß die zwei Hubringe (4) der Verdrängereinheiten den gleichen Verstellwinkel aufweisen bzw. die zwei Verdrängereinheiten das gleiche Schluckvolumen haben und die hydraulische Schaltung wie vorher beschrieben ist, wonach sich ein Differential mit negativer Übersetzung ergibt ($i = -1$), arbeitet das HSDPG in diesem Falle als Zweiwellen-Planeten-Getriebe und realisiert die innere Leistungsverzweigung; darunter ist gemeint, daß die vom Elektromotor (18) der Verdrängereinheit VE (I) zugeführte Leistung sich intern in zwei Komponenten verteilt;

der erste Leistungsanteil, die sogenannte "Kupplungsleistung" fließt verlustfrei von Welle A direkt zur Welle S, während der restliche Leistungsanteil, die sogenannte "hydraulische Energie" verlustbehaftet in Form eines Förderstromes Q von der VE (I) zur VE (II) hin- und zurückfließt;

die erreichbare Übersetzung ist $i_{AS} = (1 - \Delta)$, wo die Indizes A, S die Flußrichtung der Leistung von Welle A nach Welle C spezifizieren und Δ das jeweilige eingestellte Verhältnis

$$\Delta = - \frac{V_m}{V_p}$$

der Schluckvolumen der zwei Verdrängereinheiten darstellt.

Je größer das Schluckvolumen V_m der als Hydromotor arbeitenden Verdrängereinheit VE (II) gegenüber dem Schluckvolumen V_p der als Pumpe arbeitenden Verdrängereinheit VE (I) ist, desto größer ist auch die Übersetzung i_{AS} und desto kleiner der Anteil der "Kupplungsleistung";

wird das Schluckvolumen V_m des Hydromotors bis auf null geregelt, dann wird $\Delta = 0$ und die Übersetzung $i_{AS} = +1$;

in diesem Falle bedeutet es, daß der Hydromotor kein Schluckvolumen aufnehmen kann, und die mittels Welle A zugeführte Leistung, fließt mittels Welle S aus dem Getriebe aus, mit gleicher Drehzahl wie Welle A, d. h. An- und Abtriebs teile der Verdrängereinheit VE (I) laufen wie ein Block um und das Getriebe arbeitet wie eine 100% starre Kupplung.

In diesem Zustand fließt die Leistung verlustfrei als "Kupplungsleistung" vom Antrieb zum Abtrieb.

Die Drehzahl der Abtriebswelle S kann noch zusätzlich mittels des rechten Elektromotors beeinflusst werden, in dem Sinne, den rechten Elektromotor einschalten und die Verdrängereinheit VE (II) in die eine oder in die andere Drehrichtung antreiben.

Zu der Schraffur der Bauteile sei folgendes vermerkt: Antriebsteile: Schraffur von links oben nach rechts unten.

Abtriebsteile: Schraffur von links unten nach rechts oben.

Fahrgestell und fixe Bauteile: Schraffur kreuzweise.

Literatur- und Quellennachweis

1. Herbert W. Müller, "Die Umlaufgetriebe", Springer-Verlag, Ausgabe 1971
2. Johannes Looman, "Zahnrad-Getriebe", Springer-Verlag, zweite Auflage 1988
3. Hans Molly, "Die Leistungsverzweigung in hydrostatischen Fahrzeug getrieben, deren Anwendung und Regelung", Ölhdraulik und Pneumatik 13 (1969), Nr. 5, S. 215—225, Vereinigte Fachverlage Mainz
4. J. Krudewig, "Hydrostatische stufenlos veränderliche Getriebe", Anwendungen der Antriebstechnik, Band III, Seite 341—367, Getriebe (1974), Krauskopf Verlag Mainz
5. Boehringer, Prospekte der Fa. Boehringer
6. L. Wiedmann, "Selbstsperrende Differentiale für Kraftfahrzeuge", Automobil-Industrie 5 (1960), S. 39—45, Vogel-Verlag, Würzburg
7. DBP 24 48 469.3
8. DBP-Anmeldung 40 10 764.7

9. F. Jarchow,
"Leistungsverzweigung im Getriebe",
VDI-Nachrichten Nr. 49, 1967

10. VDI-Bericht Nr. 672 (Tagung Bad Soden, 1988), 5
"Planeten-Getriebe",
VDI-Verlag Düsseldorf

Patentansprüche

1. Hydrostatisch-selbstsperrendes Differential-Planeten-Getriebe, abgekürzt HSDPG, bestehend aus zwei räumlich nebeneinander oder räumlich getrennt voneinander angeordneten Verdrängereinheiten VE (I) und VE (II) mit konstantem oder verstellbarem Schluckvolumen der Gattung der mehrpoligen Flügelzellenmaschinen bzw. Sperrschiebermaschinen, wellenmäßig so gebildet, daß jede Verdrängereinheit zwei Wellen (1) und (6) aufweist und letztere mechanisch so fest miteinander gekoppelt sind, daß insgesamt drei Wellen (A, S, C) drehbar gelagerte Wellen entstehen, wovon die gemeinsame Koppelwelle S, sogenannte Stegwelle als Antriebswelle und die anderen zwei Einzelwellen A und C als Abtriebswellen verwendet werden und die Verdrängereinheiten VE (I) und VE (II) mittels Kanälen (10, 11) hydraulisch so miteinander geschaltet und verbunden sind, daß ein zwischen beiden Verdrängereinheiten mit Flüssigkeit gefüllter und geschlossener Kreislauf entsteht und beim Antreiben mittels der Stegwelle S die Einzelwellen A und C in synchroner Rotation mit gleicher Drehrichtung wie S in Drehung versetzt werden, und mittels regelbaren Ventilen (12, 13), angeordnet in den Kanälen (10, 11), die Fördermenge Q geregelt wird, welche nur dann im oben genannten Kreislauf umläuft, wenn die Verdrängereinheiten VE (I) und VE (II) unterschiedliche Drehzahlen aufweisen und dadurch sowohl die relative Drehzahl der Wellen A und C zu der Stegwelle S stufenlos geregelt wird, und zwar vom Sperrwert null bis zum Sperrwert eins, **dadurch gekennzeichnet, daß:**

a) die Welle (1) und der Rotor (2) der Verdrängereinheit VE (I) mit der Welle (1) und den Rotor (2) der Verdrängereinheit VE (II) mechanisch mittels einer gemeinsamen Welle S fest miteinander gekoppelt und verbunden sind, und diese gemeinsame Stegwelle S die Rotoren (2) beider Verdrängereinheiten VE (I) und VE (II) synchron antreibt (Bildung einer starren Stegwelle S).

b) die Einzelteile der Verdrängereinheit VE (I), und zwar der Hubring (4), die Seitenplatten (5), und die Welle (6) mechanisch fest miteinander verbunden sind, und stehen und drehen sich gemeinsam wie ein einziges Bauteil (Bildung der Einzelwelle A).

c) die Einzelteile der Verdrängereinheit VE (II), und zwar der Hubring (4), die Seitenplatten (5), und die Welle (6) mechanisch fest miteinander verbunden sind, und stehen und drehen sich gemeinsam wie ein einziges Bauteil (Bildung der Einzelwelle C).

d) die Auslaß- bzw. Hochdruckzonen (HDZ) beider Flügelzellenmaschinen VE (I) und VE (II), erkennbar dadurch, daß die Flügel (3) eine radiale Hubbewegung nach innen ausfüh-

ren, wenn sich der Rotor dreht, miteinander mittels hydraulischer Kanäle (11), genannt auch Hochdruckkanäle (HDK), geschaltet und verbunden sind.

e) die Einlaß- bzw. Niederdruckzonen (NDZ) beider Flügelzellenmaschinen VE (I) und VE (II), erkennbar dadurch, daß die Flügel (3) eine radiale Hubbewegung nach außen ausführen, wenn sich der Rotor (2) dreht, miteinander mittels hydraulischer Kanäle (10), genannt auch Niederdruckkanäle (NDK), geschaltet und verbunden sind.

f) in der Leitung des hydraulischen Kanales (NDK) ein Regelventil (12), und in der Leitung des hydraulischen Kanals (HDK) sich ebenfalls ein Regelventil (13) befindet, und beiden Ventile, hydraulisch oder elektromechanisch, oder elektronisch von einem Computer getrennt oder gemeinsam bei antreibender Stegwelle S, erst dann geregelt werden, wenn die Abtriebswellen A und C unterschiedliche Drehzahlen aufweisen, in dem Sinne, daß deren Durchflußöffnung stufenlos verkleinert oder vergrößert wird bzw. der Stromwiderstand und Durchflußmenge Q stufenlos vergrößert oder verringert wird, und somit die unterschiedlichen Drehzahlen aufweisenden Abtriebswellen A und C bis zum Synchron-Umlauf mit der Stegwelle S geregelt werden (Achse mit Differential-Funktion und regelbarem Sperrwert von null bis eins).

g) die hydraulische Schaltung der Verdrängereinheiten VE (I) und VE (II) mittels hydraulischer Kanäle (10, 11) so gewählt ist, daß bei gleichem Schluckvolumen der Flügelzellenmaschinen und beim Starten und Antreiben mittels der gemeinsamen Stegwelle S und bei gleichen Abtriebsmomenten an den Einzelwellen A und C, die Druckflüssigkeit im Hochdruckkanal (HDK) (11) und in den Auslaßzonen der Flügelzellenmaschinen auch bei ganz geöffneten Regelventilen (12) und (13) nicht fließen kann, wirkt sie also wie ein starrer Balken, und diese Flüssigkeitssäule den Hubring (4) jeder Verdrängereinheit so stark andrückt, daß der Hubring (4) mit den fest verbundenen Teilen Seitenplatten (5) und Welle (6) bzw. mit den Einzelwellen A und C in synchroner Rotation mit der antreibenden Stegwelle S und in gleicher Dreh- und Umlaufbewegung versetzt werden, während die Flüssigkeit in den Niederdruckkanälen (NDK) (10) und Einlaßzonen der Verdrängereinheiten völlig entspannt und drucklos bleibt (Bildung einer starren Achse).

h) die hydraulische Schaltung der Flügelzellenmaschinen VE (I) und VE (II) so gewählt ist, daß bei festgehaltener Stegwelle S, wenn die Einzelwelle z. B. A in beliebig definierter positiver Drehrichtung gedreht wird, sich die andere Einzelwelle C dreht mit genau der gleichen Drehzahl, aber in negativer Drehrichtung, d. h. die eine Flügelzellenmaschine mit der Einzelwelle A als Pumpe arbeitet und eine Fördermenge Q durch den entsprechenden Kanal und die andere als Hydromotor arbeitende Verdrängereinheit mit der Einzelwelle C liefert und in umgekehrter Drehrichtung zur Pumpe in Drehung versetzt (Bildung eines Dif-

ferentials mit negativer Übersetzung $i = -1$).

Wird bei der vorherigen Schilderung eine positive oder negative Drehung der Stegwelle S überlagert, dann führen die zwei Abtriebswellen A und C die algebraische Summe der überlagerten Drehbewegungen aus, bis durch die Regelventile (12, 13) der Flüssigkeitsstrom Q anders geregelt oder ganz unterbrochen wird (Bildung und Funktion eines Überlagerungsgetriebes).

i) die hydraulische Schaltung der Flügelzellenmaschinen VE (I) und VE (II) so gewählt ist, daß nur bei Änderung der Drehrichtung bzw. der Fahrtrichtung der antreibenden Stegwelle S die Hoch- und Niederdruckkanäle (HDK) und (NDK) ihre Funktion austauschen, in dem Sinne, daß der Hochdruckkanal (HDK) zum Niederdruckkanal (NDK) wird und umgekehrt; die unter Druck stehende Flüssigkeit drückt die zweite Hälfte von Zonen beider Flügelzellenmaschinen so stark an, daß ein Drehmoment am Hubring (4) erzeugt wird und diesen samt Seitenplatten (5), Abtriebswelle (6) bzw. Einzelwellen in synchroner Rotation und gleicher Drehrichtung wie Stegwelle S, in Drehung versetzt (Gewährung der Vor- und Rückwärtsfunktion).

2. Hydrostatisch-selbstsperrendes Differential-Planeten-Getriebe nach Patentanspruch Nr. 1, dadurch gekennzeichnet, daß

die drehbar gelagerten Teile und zwar der Hubring (4), die Seitenplatten (5) und die Welle (1) beider Flügelzellenmaschinen VE (I) und VE (II), jetzt mittels der gemeinsamen Stegwelle S miteinander mechanisch fest verbunden und gekoppelt sind, und diese gemeinsame Stegwelle S zum synchronen Antrieb beider Hubringe (4) verwendet wird, während der Rotor (2) der Flügelzellenmaschinen jetzt mit einer Abtriebswelle A und C verbunden ist (Fig. 2) (Umkehrung des Konstruktionsprinzips der in Patentanspruch 1a, 1b, 1c geschilderten mechanischen Koppelung zur Bildung der Stegwelle S und der Einzelwellen A und C).

3. Hydrostatisch-selbstsperrendes Differential-Planeten-Getriebe nach Patentanspruch Nr. 1 oder Nr. 2 dadurch gekennzeichnet, daß die gemeinsame Stegwelle S jetzt die einzige Abtriebswelle und die Einzelwellen A und C die Antriebswellen sind, in dem Sinne, daß jede der Einzelwellen A und C von einem Motor angetrieben wird und die gesamte eingeführte Leistung jetzt von der Stegwelle S abgeführt und dem Verbraucher übertragen wird (Fig. 3) (Umkehrung des Konstruktionsprinzips der in Patentanspruch Nr. 1 oder Nr. 2 den drei Wellen (A, S, C) zugeteilten Antriebs- und Abtriebsfunktion).

4. Hydrostatisch-selbstsperrendes Differential-Planeten-Getriebe nach Patentanspruch Nr. 1 oder Nr. 2 oder Nr. 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebswellen (1) beider Flügelzellenmaschinen VE (I) und VE (II) synchron mittels flexibler Umschlingungselementen (20), wie z. B. Zahnriemen oder Ketten angetrieben werden, und somit eine flexible Stegwelle S entsteht (Bildung einer synchronen und flexiblen Stegwelle S statt starrer Stegwelle S) (Fig. 4).

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

– Leerseite –

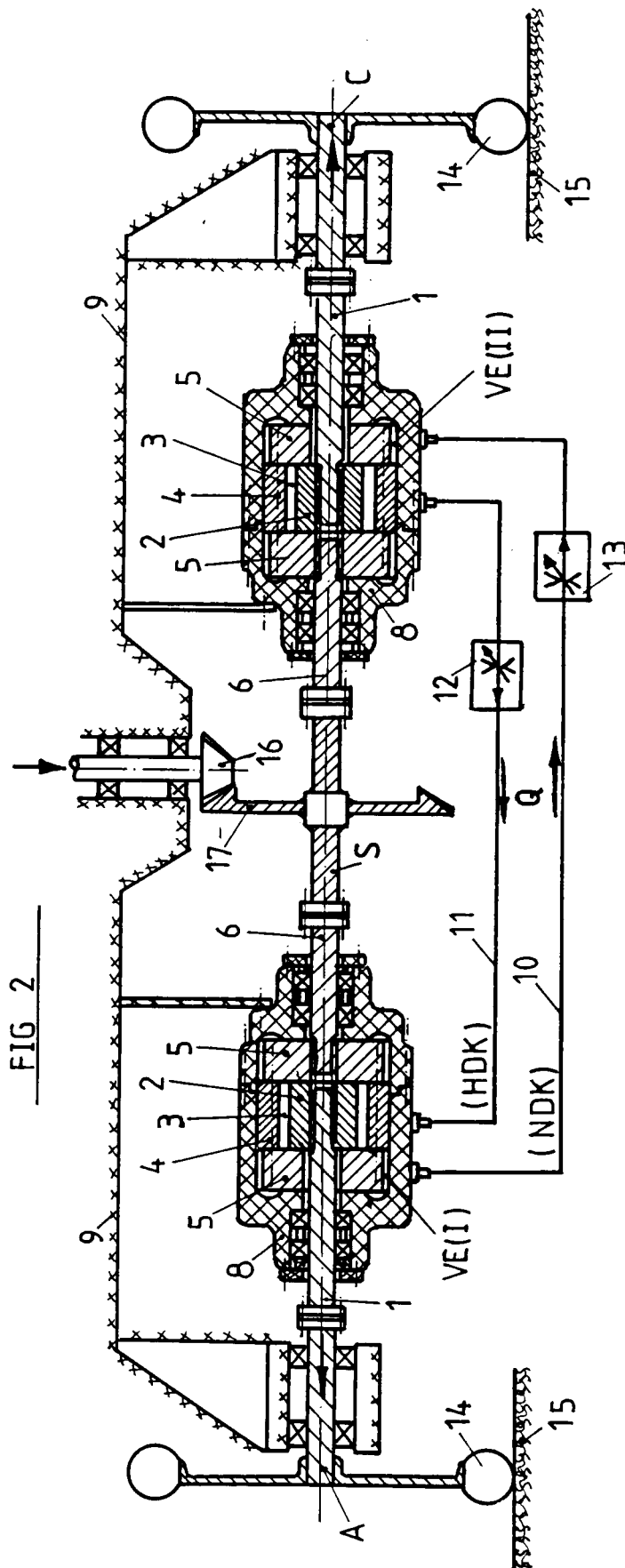


FIG. 3

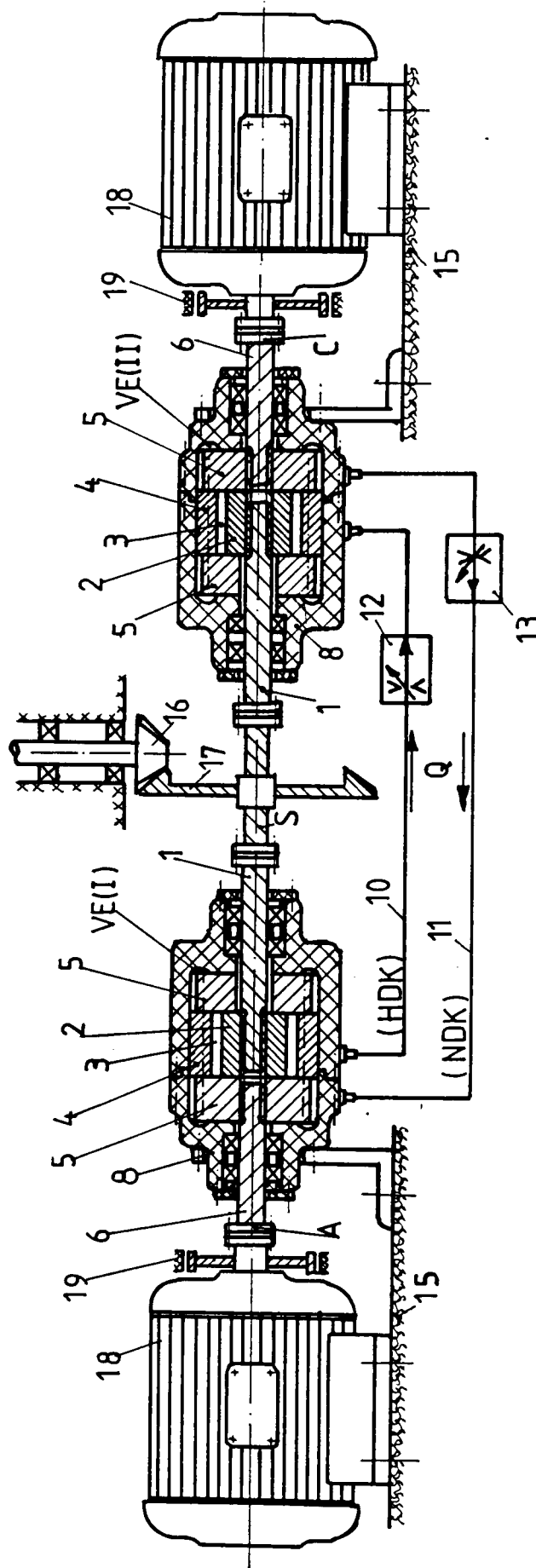


FIG. 4

