



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
15.12.1999 Patentblatt 1999/50

(51) Int. Cl.⁶: F04D 33/00, F04F 7/00

(21) Anmeldenummer: 99201055.3

(22) Anmeldetag: 31.03.1999

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: Franch, Gino
39100 Bolzano (IT)

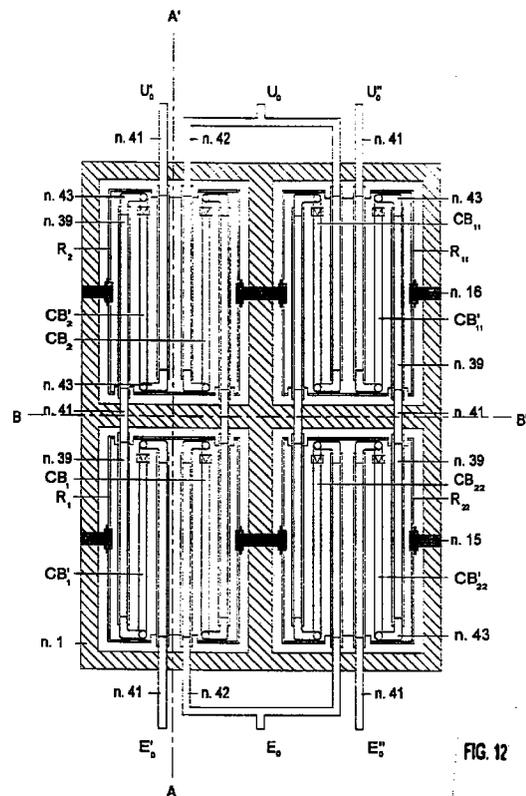
(74) Vertreter:
Faraggiana, Vittorio, Dr. Ing.
Ingg. Guzzi & Ravizza S.r.l.
Via Vincenzo Monti 8
20123 Milano (IT)

(30) Priorität: 09.06.1998 IT BZ980035

(71) Anmelder: Franch, Gino
39100 Bolzano (IT)

(54) **Pumpe, bestehend aus einem System von Rohrschlangen, die periodisch Rotorträgheitskräfte übertragen**

(57) Die notwendigen Einzelheiten sind: ein Stützrahmen; zwei Rotoren R_1 und R_2 ; ein System von Kurbelstange/Kurbel, für deren periodischen wechselweisen Bewegung; zwei zweiphasige Rohrschaltungen (CB), die aus der Parallelschaltung von zwei identischen Rohren, genannt "Schaltungen" bestehen, mit einem Eingangs- und einem Ausgangsrohr in den beiden Verbindungsstellen; ausgehend vom Eingang, wo an jeder Schaltung ein Einwegventil angebracht ist, sind die beiden Schaltungen mit rechtsgängigem und linksgängigem Sinn aufgewickelt. Der Eingang der ersten CB ist mit der Versorgungsquelle und der Ausgang mit dem Eintritt der anderen CB verbunden, deren Ausgang mit dem Benutzer verbunden ist. Mit der Drehung der Kurbelwelle entwickeln die beiden CB zwischen Eingang und Ausgang ihrer Reihe eine Druckdifferenz und eine kontinuierliche Förderleistung konstantem Vorzeichens und mit ständig offenen Ventilen. Das Prinzip der beschriebenen Betriebsweise wird auf verschiedene Zusammenbaukombinationen der CB, beispielsweise auf 0° , 90° , 180° , 270° phasenverschobene Rotoren ausgedehnt, um zweiphasige, vierphasige oder vielfache, auch polyfunktionell genannte Pumpen zu erhalten.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine aus einem Mechanismus bestehende, einem System von Rohrschaltungen Rotorträgheitskräfte periodischer Art übertragende Pumpe, die in der in ihnen enthaltenen Flüssigkeit einen Druck und eine Förderleistung kontinuierlichen Charakters entwickeln, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Eine der Aufgaben der vorliegenden Erfindung liegt darin, eine Pumpe einfacher Konstruktion, vielseitiger Anwendung und kostengünstiger Herstellung vorzuschlagen. Eine weitere Aufgabe liegt darin, eine Pumpe zu schaffen, die wenige, einem Verschleiß ausgesetzte Organe erfordert, platzsparend und dazu geeignet ist, auf einfache Weise auf höhere Förderleistungen und Drücke erweitert zu werden.

[0003] Diese und weitere im Verlaufe der nachfolgenden Beschreibung hervorgehenden Aufgaben werden durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

[0004] Die vorgeschlagene Pumpe besitzt den Vorteil, den Druck in Rohrschaltungen zu entwickeln, längs deren Achse Trägheitskräfte nach der Wirbel- bzw. Rotorart an jeder Stelle der enthaltenen Flüssigkeit einen elementaren Druckunterschied betragen, dessen Integral einen Druck ergibt, der vom Eingang bis zum Ausgang der Rohrschaltung wächst. Auf diese Weise weist die keinem Vorgang mechanischer Art ausgesetzte Flüssigkeit äußerst bescheidene, hydraulische Verluste auf.

[0005] Die vorgeschlagene Pumpe hat den Vorteil, daß sie keine vorgegebene Grenze der Drehgeschwindigkeit, wie beispielsweise bei den Kolbenpumpen, noch irgend eine besondere Drehgeschwindigkeit besitzt, wie bei den Zentrifugalpumpen: dies, während die einzige Geschwindigkeitsgrenze der vorgeschlagenen Pumpe jene ist, die durch die Festigkeit der verwendeten Werkstoffe für ihre Herstellung festgelegt ist.

[0006] Die vorgeschlagene Pumpe besitzt den Vorteil, daß sie keine mechanischen Organe wie Kolben, Membrane für den Schutz derselben, eine Vielzahl von Laufrädern in Abhängigkeit des entwickelten Druckes, hydraulische Vorrichtungen zur Umwandlung der kinetischen Energie in Druckenergie; die genannten Organe verringern die Druckleistung und erhöhen die Herstellungs- und Wartungskosten. Die einzigen Zusatzorgane der vorgeschlagenen Pumpe sind die einsinnigen Ventile, die jedoch immer offen sind, mit der Ausnahme der einzigen Übergangsphase bei ihrem Anlauf.

[0007] Bei der vorgeschlagenen Pumpe ist der entwickelte Druck proportional zum Produkt $\rho n_s \varphi_o r_o^2 n^2$, in dem die Variablen n_s und φ_o Charakter absoluter Neuheit besitzen.

[0008] Bezüglich der Variablen φ_o ist zu bemerken, daß sie bequem im Intervall φ (1° ; 10°) festgelegt werden kann und daß daher ihr Betrag auch gewählt werden kann, um die gewünschten Werte für die anderen im Spiel stehenden Variablen zu erhalten.

[0009] Bezüglich der Variablen n_s = Anzahl der Windungen der aktiven Schaltung, ist zu bemerken, daß sie die Funktion der Vielzahl von Laufrädern und der entsprechenden Diffusoren ersetzt, die bei den Zentrifugalpumpen verwendet werden, um den entwickelten Druck zu erhöhen: der Ersatz durch die Anzahl der Windungen besitzt den Vorteil einer radikalen Konstruktionsvereinfachung und Herabsetzung der Herstellungs- und Wartungskosten. überdies kann die Zahl n_s leicht mit bescheidenen Änderungen von φ_o , r_o und n nachgebessert werden.

[0010] Die kinetische Energie der vorgeschlagenen Pumpe ist konstant, da sie aus einem oder zwei Paaren von identischen Rotoren gebildet wird, die mit derselben Frequenz und mit gleicher Phasendifferenz von 90° pendeln bzw. verschwenkt werden. Dies schließt die Notwendigkeit aus, Schwungmassen zu verwenden.

[0011] Der Betrag der höchsten Zentrifugalkraft der pendelnden Massen 'm', ausgedrückt durch

$$f_c = m r_o \dot{\theta}^2 \varphi_o^2 r_o^2$$

ist verhältnismäßig klein, da der Koeffizient $\varphi_o^2 < 0,03$ den Betrag des oben beschriebenen Produktes auf weniger als 3% herabsetzt. Dies vereinfacht die Ausbalancierung der Rotoren.

[0012] Die vorgeschlagene Pumpe besitzt den Vorteil, daß sie keine Organe wie Stopfbüchsen, Membrane und Kolben aufweist, die, außer den schon oben angegebenen Gründen, der wahrscheinlichste Grund für mögliche Leckagen von gefährlichen Flüssigkeiten sind.

[0013] Die vorgeschlagene Pumpe weist den Vorteil auf, auch das Pumpen von "schlammigen Wässern" durchführen zu können, da sie aus glatten Rohren mit kleinem hydraulischen Widerstand besteht, bei denen überdies an jeder Stelle ein Druckzuwachs erzeugt wird.

[0014] Die vorgeschlagene Pumpe weist zusammen mit dem Vorteil eines äußerst hohen Wirkungsgrades, von verhältnismäßig vernachlässigbaren Herstellungs- und Wartungskosten und einer Vielseitigkeit in der Verwendung, den ausschließlichen Vorteil auf, mit vernachlässigbaren Zusatzkosten in eine polyfunktionelle Pumpe verwandelt zu werden, um gleichzeitig zahlreiche Ansprüche von Pumparten zufriedenzustellen.

[0015] Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile gehen aus der folgenden Beschreibung von verschiedenen Ausführungsformen hervor, die in den folgenden Paragraphen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungsfiguren wiedergegeben:

A)

- 1) Mechanische Einzelheiten
- 2) Bezugszeichenlegende
- 3) Beschreibung der Figuren

B)

- 1) Einfache aktive Rohrschaltungen
- 2) Zweiphasige Rohrschaltungen
- 3) Ausführung der zweiphasigen Rohrschaltungen gemäß dem Schema a), b), c), d), e)

C)

- 1) Zweiphasige Pumpe
- 2) Vierphasige Pumpe
- 3) Polyfunktionelle Pumpe
- 4) Die Verbindungen einer zweiphasigen Rohrschaltung
- 5) Durch ein geführtes Lager erzeugte Schwenk- bzw. Pendelbewegung. Erfinderische Merkmale und Vorteile der Maschine

A.1) MECHANISCHE EINZELHEITEN

[0016]

Nr. 1 Stützrahmen

Nr. 2 Rotor R_1 der um die Welle Nr. 15 verschwenkt wird und mit einer Kurbelstange - Kurbel an der Welle Nr. 4 unter einem Phasenwinkel $\theta = 0^\circ$ angewandt ist,

Nr. 3 Rotor R_1 , der um eine Welle Nr. 16 verschwenkt wird, oder, bei Abwesenheit, um eine Welle 15 und mit einer an der Welle Nr. 4 unter einem Phasenwinkel $\theta = 90^\circ$ angreifenden Schubkurbel gekoppelt ist,

Nr. 4 Kurbelwelle für die Schwenkbewegung der Rotoren, die sich auf den am Rahmen Nr. 1 befestigten Lagern Nr. 11 dreht; an sie ist der Antrieb angewandt

Nr. 5 An der Welle Nr. 4 angewandte Kurbel für die Schwenkbewegung des R_1 ; seine Winkelposition auf der Welle Nr.4 entspricht $\theta = 0^\circ$ (siehe Figur 1)

Nr. 6 Kurbel für die Schwenkbewegung von R_2 ; seine Winkelposition auf der Welle Nr. 4 entspricht $\theta = 90^\circ$ (siehe Figur 1)

Nr. 7 Kurbelbolzen, der mit dem Kopf der Kurbelstange Nr. 9 gekoppelt ist

Nr. 8 Rotoren R_{11} und R_{22} , die mit Kurbelstangen und Kurbeln gekoppelt sind, die auf der Welle Nr. 4 und unter Phasenwinkeln von jeweils $\theta = 180^\circ, 270^\circ$ angeordnet sind

Nr. 9 Kurbelstange für die Schwenkbewegung des R_1

Nr. 10 Kurbelstange für die Schwenkbewegung des R_2

Nr. 11 Wellenlager der Kurbel Nr. 4

Nr. 12 Zapfen der am Kopf der Kurbelstange Nr. 10 angewandten Kurbel

Nr. 13 Dorn, der mit dem am Rotor R_1 befestigten Fuß der Koppelstange Nr. 9 gekoppelt ist

Nr. 14 der am Rotor R_2 befestigte Dorn der Kurbelstange Nr. 10

Nr. 15 am Stützrahmen 1 befestigte Welle, in dem die zuständigen Rotoren verschwenkt werden

Nr. 16 am Stützrahmen Nr. 1 befestigte Welle, um die die zuständigen Rotoren verschwenkt werden

Nr. 17 Drehlager von R_1 und R_{11}

Nr. 18 Drehlager von R_2 und R_{22}

Nr. 19 einfache, aktive linksgängige Schaltung C_1

Nr. 20 einfache, aktive rechtsgängige Schaltung C_1'

Nr. 21 einfache, aktive linksgängige Schaltung C_{11}

Nr. 22 einfache, aktive rechtsgängige Schaltung C_{11}'

Nr. 23 einfache, aktive linksgängige Schaltung C_2

Nr. 24 einfache, aktive rechtsgängige Schaltung C_2'

Nr. 25 einfache, aktive linksgängige Schaltung C_{22}

Nr. 26 einfache, aktive rechtsgängige Schaltung C_{22}'

Nr. 27 am Eingang der Schaltung Nr. 19 angeordnetes Sperrventil V_1

EP 0 964 162 A1

- Nr. 28 am Eingang der Schaltung Nr. 20 angeordnetes Sperrventil V_1 .
- Nr. 29 am Eingang der Schaltung Nr. 23 angeordnetes Sperrventil V_2 .
- Nr. 30 am Eingang der Schaltung Nr. 24 angeordnetes Sperrventil V_2 .
- 5 Nr. 31 am Eingang der Schaltung Nr.21 angeordnetes Sperrventil V_{11} .
- Nr. 32 am Eingang der Schaltung Nr. 22 angeordnetes Sperrventil V_{11} .
- Nr. 33 am Eingang der Schaltung Nr. 25 angeordnetes Sperrventil V_{22} .
- Nr. 34 am Eingang der Schaltung Nr. 26 angeordnetes Sperrventil V_{22} .
- Nr. 35 aus C_1 und C_1 bestehende, zweiphasige Schaltung CB_1 , mit den Ventilen V_1 und V_1 , befestigt am R_1 .
- 10 Nr. 36 aus C_{11} und C_{11} bestehende, zweiphasige Schaltung CB_{11} , mit den Ventilen V_{11} und V_{11} , befestigt am R_{11} ,
oder, wenn abwesend, R_1 .
- Nr. 37 aus C_2 und C_2 bestehende, zweiphasige Schaltung CB_2 , mit den Ventilen V_2 und V_2 , befestigt am R_2 .
- Nr. 38 aus C_{22} und C_{22} bestehende, zweiphasige Schaltung CB_{22} , mit den Ventilen V_{22} und V_{22} , befestigt am R_{22} ,
oder, wenn abwesend, am R_2 .
- 15 Nr. 39 Schlauch, der eine feste Stelle mit einer beweglichen Stelle verbindet.
- Nr. 40
- Nr. 41 am Rahmen Nr. 1 befestigtes, geradliniges Anschlußstück
- Nr. 42 U-förmiges Anschlußstück mit oder ohne Ausgänge, am Rahmen Nr. 1 befestigt
- Nr. 43 T-förmiges Anschlußstück mit einer mit einem L-förmigen Anschlußstück versehenen Stange zur Verbindung der zweiphasigen Schaltung mit dem Schlauch
- 20 Nr. 44 Anschlußstück aus Figur 17
- Nr. 45 Führung für den Außenring eines Lagers
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

A.2) LEGENDE DER VERWENDETEN SYMBOLE

$\bar{a}, \bar{b}, \bar{c}$ Bezugsversoren der Achsen x, y, z

5 CB_i zweiphasige Schaltung i, wo $i=1,11,2,22$

C_i aktive Schaltung, die ausgehend vom Eingang mit linksgängigen Sinn gegenüber dem Versor \bar{c} der Achse z gewunden ist, wo $i=1,11,2,22$

10 C_i' aktive Schaltung, die ausgehend vom Eingang mit rechtsgängigem Sinn gegenüber dem Versor \bar{c} der Achse z. gewunden ist, wo $i'=1',11',2',22'$

15 d_c, d_e Innen- und Außendurchmesser des Rohres, aus dem die aktive Schaltung erhalten ist

f_i, f_i' augenblicklicher Wert der Trägheitskräfte, die die Flüssigkeit in den Ausgangsquerschnitten von C_i e C_i' beschleunigen

20 F_o Höchstwert von f_i , wo $i = 1,1', 2, 2',11,11',22,22'$

n Drehzahl/s der Kurbelwelle

n_s Anzahl der Windungen der Schaltung C_i (wo $i=1,1',2,2',11,11', 22,22'$)

25 n_T Anzahl der Abschnitte, aus denen die Schaltung C_i und C_i' besteht

p_s nützlicher Gegendruck, der am Ausgangsquerschnitt der Pumpe angewandt ist

30 p_{cs} Mittelwert des Druckverlustes für die Flüssigkeitsbewegung der aktiven Schaltungen C_1 und C_2

35 p_e Mittelwert des Druckverlustes für die Flüssigkeitsbewegung in den Außenschaltungen

$p_H = p_s + p_{cs} + p_e =$ Gesamtgegendruck

40 p_{GO} Mittelwert des durch die Pumpe erzeugten Druckes

r_o Abstand von der Achse z der Punkte der Achse der aktiven Schaltung

S_o Projektionsfläche der aktiven Schaltung auf der Ebene (O,x,y)

45 E_i, U_i Eingangs- und Ausgangsquerschnitte der Schaltungen C_i , wo $i = (1,1',11,11',2,2',22,22')$

50 E_i, U_i beweglicher Eingangs- und Ausgangsschnitt der zweiphasigen Schaltung CB_i wo $i=1,11,2,22$

E_o, U_o Eingangs- und Ausgangsschnitt der Pumpe, gegenüber dem Rahmen Nr. 1 festliegend

55

S_c Querschnitt der aktiven Schaltung

R_1 Rotor mit relativer Phase $\theta = 0^\circ$, auf dem CB_1 befestigt ist, und in
 5 Abwesenheit von R_{11} , auch CB_{11}

R_2 Rotor mit relativer Phase $\theta = 90^\circ$ auf dem CB_2 befestigt ist, und in
 10 Abwesenheit von R_{22} , auch CB_{22}

R_{11} Rotor mit relativer Phase $\theta = 180^\circ$ auf dem CB_{11} befestigt ist

R_{22} Rotor mit relativer Phase $\theta = 270^\circ$ auf dem CB_{22} befestigt ist

θ Drehwinkel der Kurbelwelle = Winkel Theta

$\theta (a,b)$ Intervall des Winkels θ mit Außenwerten a und b

$\dot{\theta} = \frac{d\theta}{dt}$ = Winkelgeschwindigkeit der Kurbelwelle = erste Ableitung des Winkels
 15 θ nach der Zeit

$\ddot{\theta} = \frac{d}{dt} \dot{\theta}$ = Winkelbeschleunigung Null der Kurbelwelle als Annahme

ρ Volumenmasse der in den aktiven Schaltungen enthaltenen
 20 Flüssigkeit = rho

φ Drehwinkel des Rotors = Winkel phi

φ_0 höchste periodische Verschwenkung des Rotors = Winkel phi mit Null

$\dot{\varphi} = \frac{d\varphi}{dt}$ Winkelgeschwindigkeit des Rotors = erste Ableitung von phi nach der
 25 Zeit

$\ddot{\varphi} = \frac{d}{dt} \dot{\varphi}$ Drehbeschleunigung des Rotors = zweite Ableitung von phi nach der
 30 Zeit

40 A.3) BESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0017]

45 Fig.1 - In ihr ist ein Beispiel der einzuhaltenden Modalitäten dargestellt, um in einer zweiphasigen Schaltung ein Feld von Wirbel- bzw. Rotorträgheitskräften zu entwickeln. Die Figur legt fest: a) die Form des Rotors R_1 ; b) die Positionen: der Punkt O der Achse der Welle Nr. 4 der Kurbeln; des Punktes O_1 der Achse der Welle Nr. 15 des Rotors R_1 ; des Punktes B_1 der Achse des mit dem Kopf der Kurbelstange Nr. 9 gekoppelten Zapfens Nr. 7 der Kurbel Nr. 5 und des Punktes B_2 der Achse des am Rotor R_1 befestigten und am Fuß der Kurbelstange Nr. 9 gekoppelten Dornes Nr. 13; man nimmt an, daß die vier Achsen parallel sind und die Punkte O, O_1 , B_1 , B_2 komplanar sind; c) die Position des Einganges E_1 und des Ausganges und des Ausganges U_1 der zweiphasigen Schaltung.
 50

a) Der Rotor R_1 besteht aus zwei Blechscheiben angemessener Stärke und kreisrunder Ausbildung, in deren Mitte eine Durchbohrung ausgenommen ist, die Lager Nr. 17 der Drehwelle Nr. 15 des Rotors und in der Figur angegebenen Position des Dornes Nr. 13. Die beiden Blechscheiben sind durch einen Streifen zylindrischer Form verbunden, von dem der Querschnitt gezeigt ist, der die Durchdringung der Verbindungsrohre und der Kurbelstange erlaubt;

b) festgelegt wird $\theta = 0^\circ$, der Drehwinkel der Kurbel Nr. 5, im Bereich dessen die Drehgeschwindigkeit des Rotors R_1 maximal ist. Nachdem die Punkte O e O_1 und die Gerade durch O senkrecht zu OB_1 bei $\theta = 0^\circ$ gezo-

gen ist, wird die Überschneidung seines Punktes O_M mit den senkrechten durch O_1 festgelegt. Auf der Geraden OO_M werden die beiden Punkte O_2 e O_3 derart festgelegt, daß $O_2O_M = O_MO_3 = OB_1$ ist. Es werden die Längen OB_1 und O_1O_M derart festgelegt, daß der Winkel am Scheitel O_1 des Dreieckes $=O_1O_3O_2$ den Wert $2\varphi_0$ annimmt, wo φ_0 der vorgegebene Winkel des höchsten Winkelausschlages mit Uhrzeiger- und Gegenuhrzeigersinn des Rotors R_1 ist. Die Genauigkeit der Berechnung von φ_0 nimmt mit der Zunahme von OO_M und der Abnahme von φ_0 zu. Die Schaltungen C_1 und C_1' werden am R_1 wie in Figur dargestellt befestigt.

c) Die Position des Einganges E_1 und des Ausganges U_1 der zweiphasigen Schaltung wird in der Nähe der Durchmesserenden des zur Geraden OO_M parallelen Rotors festgelegt, um Interferenzen mit anderen Bestandteilen zu vermeiden und die Verbindung mit den anderen Schaltungen möglichst geradlinig zu halten. Die Position des Einganges E_1 , die jedoch immer durch das Paar von einsinnigen Ventilen begleitet ist, kann immer mit der Position des Ausganges U_1 ausgetauscht werden. Auf ähnliche Weise geht man bei den anderen Rotoren vor, die mit derselben Welle Nr. 4 über Kurbeln unter Phasenwinkel gegenüber der Kurbel des in der Beschreibung angegebenen R_1 gekoppelt sind.

Fig. 2 - In ihr sind vier zweiphasige Schaltungen $CB_1, CB_{11}, CB_2, CB_{22}$ dargestellt, die nacheinander aus den vier Paaren von aktiven Schaltungen $(C_1, C_1'), (C_{11}, C_{11}'), (C_2, C_2'), (C_{22}, C_{22}')$ bestehen. Sie sind aus einem Rohr erhalten, das gemäß einem Kreis gekrümmt ist, von dem, in einer diametral abgewandten Stellung, der Eingang E_i und der Ausgang U_i abgeleitet ist, wo $i=1,11,2,22$. Jede zweiphasige Schaltung, von der aus Einfachheitsgründen nur die Schwerachse dargestellt ist, besitzt im Bereich des äußeren Einganges E_i einen inneren Querschnitt E'_i - dessen Durchmesser Teil der Längsachse von E_i ist -, der den gemeinsamen Eingang der Schaltungen C_i und C_i' bildet. Im Bereich desselben sind zwei Richtungsventile V_i und V_i' mit einem Sinn entgegengesetzter Zustimmung eingebaut, der, ausgehend von ihrem Eingang, linksgängig für die Schaltung C_i und rechtsgängig für die Schaltung C_i' ist. Die beiden Schaltungen haben ihr Ende im Bereich des Schnittes U'_i , dessen Durchmesser der Längsachse des äußeren Ausganges U_i der dreiphasigen Schaltung angehört.

Fig. 3 - Sie stellt eine zweiphasige Schaltung CB_i dar wo $i=1,11,2,22$, ist, die aus einem Rohr besteht, das gemäß einem Kreis gekrümmt ist, von dem, in diametral abgewandten Positionen, der Eingang E_i und der Ausgang U_i der zweiphasigen Schaltung abgeleitet ist. In der Fig. 3) sind angegeben: der Schnitt E'_i , der beiden Schaltungen C_i e C_i' gemeinsam ist, die gleichsinnigen Ventile V_i, V_i' , der gemeinsame Schnitt des Einganges E'_i und des Ausganges U'_i der beiden Schaltungen C_i e C_i' .

Fig. 4 - Sie stellt eine zweiphasige Schaltung dar, die von einer zylinderförmigen Spirale erhalten wird, die aus einer ungeraden Anzahl von Windungen besteht. Von der Mitte der Aufwicklung, der die Anzahl der Windungen einer jeden aktiven Schaltung ausgedrückt durch $n_s = K + 0,5$, wo K ganzzahlig ist, entspricht, ist der Eingang E_i mit dem Schnitt E'_i abgeleitet, der den beiden Schaltungen C_i und C_i' gemeinsam ist, wo $i=1,11,2,22$, die nach einem Abschnitt von n_s -Windungen mit entgegengesetztem Drehsinn, die inneren Ausgangsschnitte U'_i und U_i' besitzen, von deren Verbindung der Ausgang U_i abgeleitet ist. Auf diese Weise gehören die Ursprünge der Eingangs- und Ausgangsachsen der zweiphasigen Schaltung zwei verschiedenen, ebenen Hälften einer Ebenen an, die durch die Längsachse der zylinderförmigen Spirale getrennt ist. Diese Achse fällt mit der Drehachse des Rotors zusammen, auf dem die zweiphasige Schaltung befestigt ist. Im Bereich des E'_i sind die Ventile V_i und V_i' angebracht, von denen jedes einen Leitungssinn zum entsprechenden Ausgang besitzt. Durch die gestrichelten Linien ist die Projektion der Spirale auf einer parallelen und abgewandten Ebene wiedergegeben. In der Figur sind aus Klarheitsgründen die Windungen voneinander beabstandet; in Wirklichkeit liegen sie gegenseitig an.

Fig. 5 - In ihr sind die Achsen der beiden Schaltungen C_i und C_i' dargestellt, wo $i=1,11,2,22$, die vom Eingang zum Ausgang jeweils mit linksgängigen und rechtsgängigen Sinn gemäß zwei Abschnitten einer Archimedesspirale gebogen und derart verbunden sind, daß sie eine zweiphasige Schaltung CB_i bilden. Die beiden Schaltungen sind identisch, da sie nach Umklappen um 180° der Auflageebene einer derselben übereinander legbar sind. Sie haben eine Anzahl von Windungen $n_s = k + 0,5$, wo k eine gerade Zahl ist, derart, daß der Eingang E_i und der Ausgang U_i den beiden entgegengesetzten Radien der Spirale entsprechen.

Die durch eine Strichlierung für eine bessere Verständlichkeit verbundenen Schaltungen sind auf zwei parallelen Ebenen derart aufeinanderzulegen, daß die Punkte der Paare $(E'_i; E_i'), (U'_i, U_i')$ anliegen, die mit einem Übergang nach der Art in Figur 16 zu verbinden sind, von dem der Eingang E_i von E'_i und der Ausgang U_i der zweiphasigen Schaltung von U'_i abgeleitet werden können. Auf diese Weise nehmen E_i und U_i eine Position ein, die ähnlich jener ist, die unter Bezugnahme auf Figur 4 beschrieben wurde. Bei E'_i und E_i' sind einsinnige Ventile V_i und V_i' eingebracht.

Fig. 6 - In ihr sind die Achsen der beiden Schaltungen C_i (linksgängig) und C_i' (rechtsgängig) einer zweiphasigen Schaltung CB_i dargestellt, von denen beide aus einer identischen, ungeraden Anzahl von identischen Abschnitten einer Archimedesspirale bestehen. Jeder Abschnitt besitzt eine Anzahl von Windungen $n_s = k + 0,5$, wo k eine gerade Zahl ist; dies beträgt eine Position auf entgegengesetzten Radien des Einganges und des Ausganges eines jeden Abschnittes. Überdies besitzen zwei nacheinander folgende Abschnitte wechselweise innere und äußere

Eingänge und Ausgänge. Die vorstehenden Merkmale erlauben, den Abschnitt [1] alle weiteren in der Figur angegebenen Abschnitte [2], [3], [4], [5], [6] nach einander aufeinanderzulegen, mit der Möglichkeit die Eingänge E und die Ausgänge U zu verbinden, die nach dem Übereinanderlegen angrenzend sind; und überdies den Eingang E_i und den Ausgang U_i der zweiphasigen Schaltung von der Verbindung von E'_i mit E''_i und von U'_i mit U''_i abzuleiten. E_i und U_i nehmen die Position ein, die ähnlich jener ist, die mit Bezug auf Figur 4 beschrieben wurde. Im Bereich von E'_i und E''_i sind die Ventile V_i e V''_i eingebaut.

Fig. 7 - Sie stellt das Montageschema einer zweiphasigen Pumpe mit der Verwendung der beiden zweiphasigen Schaltungen CB_1 und CB_2 dar. In ihr verfolgt die Flüssigkeit den in der Figur angegebenen Verlauf: Verbindungsstück Nr. 41, befestigt am Rahmen Nr. 1; Eingang der Pumpe E_{01} ; Schlauch Nr. 39; beweglicher Eingang E_1 ; Verlauf bis zum Ausgang U_1 , beschrieben in Fig. 2) e 3); Schlauch Nr. 39; fester Ausgang U_{01} von CB_1 ; Verbindungsstück Nr. 41; Eingang E_{02} von CB_2 ; Schlauch Nr. 39; beweglicher Eingang E_2 ; Verlauf bis U_2 , beschrieben in Fig. 2) e 3); Schlauch Nr. 39; Ausgang der Pumpe U_{02} ; Verbindungsstück Nr. 41.

Fig. 8 - Sie stellt das Montageschema einer vierphasigen Pumpe dar, die aus zwei parallelen, zweiphasigen Pumpen besteht. Jede dieser besteht aus einer Reihe von zwei identischen, zweiphasigen Schaltungen, die jedoch derart angeordnet sind, daß der Eingang der vierphasigen Pumpe aus den parallelen, vier Schaltungen C_1, C_1', C_2, C_2' mit relativer Phase zu $\theta = 0^\circ, 180^\circ, 90^\circ, 270^\circ$ besteht. Dies beträgt im wesentlichen den vollständigen Ausgleich der Durchflußmenge am Eingang E_0 und am Ausgang U_0 . Der Verlauf der Flüssigkeit zwischen den Eingängen und den Ausgängen (E_{01}, U_{02}) und (E_{02}, U_{01}) ist ganz ähnlich jenem, wie für Figur 7 beschrieben.

Fig. 9 - Sie stellt den sinusförmigen Verlauf der positiven Komponenten der Trägheitskräfte f_1 und f_1' dar, die auf die Flüssigkeit am Ausgang der jeweiligen Schaltung C_1 und C_1' im Intervall $\theta (0^\circ; 360^\circ)$ ausgeübt werden. Beide Kräfte werden in der zweiphasigen Schaltung CB_1 einer zweiphasigen Pumpe entwickelt.

Fig. 10 - Sie stellt den sinusförmigen Verlauf der positiven Komponenten der Trägheitskräfte f_2 und f_2' dar, die auf die Flüssigkeit am Ausgang der jeweiligen Schaltungen C_2 und C_2' im Intervall $\theta (0^\circ; 360^\circ)$ ausgeübt werden. Beide Kräfte werden in der zweiphasigen Schaltung CB_2 einer zweiphasigen Pumpe entwickelt.

Fig. 11 - Sie stellt den Verlauf der Resultierenden der positiven Komponenten der in Figur 9 und 10 dargestellten Trägheitskräfte dar. Der Verlauf bei der Annahme, daß die zweiphasigen Schaltungen aus Figur 9 und 10 identisch sind, ist identisch jenem, der von einer zweiphasigen Pumpe zwischen den Enden E_{01} und U_{02} im Intervall $(0^\circ; 360^\circ)$ entwickelt wird. Die entwickelte Trägheitskraft besitzt einen Mindestbetrag, gleich dem in Figur 9 und 10 dargestellten Höchstbetrag und einen Höchstbetrag $\sqrt{2}$ Mal größer.

Fig. 12 - Sie stellt den Schnitt einer polyfunktionellen Pumpe mit zwei parallelen Drehachsen dar, der im Bereich der Ebene gelegt ist, die die Drehachsen der Rotoren $R_i (i=1,11,2,22)$ und die Achsen der Verbindungsstücke Nr. 41 und Nr. 42 enthält, die am Rahmen Nr. 1 befestigt sind, und mit der Annahme, daß für den Winkel $\theta = 0^\circ$, im Bereich dessen die Geschwindigkeit des Rotors R_1 , einen Höchstbetrag annimmt, diese Ebene auch die Eintritts- und Austrittsachsen der Verbindungsstücke Nr. 43 enthält, die am Rotor befestigt sind und nacheinander mit den Achsen der entsprechenden, am Rahmen Nr. 1 befestigten Verbindungsstücke fluchten. Dies beträgt den Vorteil, daß die durch die Biegung hervorgerufene Beanspruchung der Schläuche für $\theta = 0^\circ$ null ist und für $\theta = \pm 90^\circ$ einen identischen Höchstbetrag erreicht, der die kleinstmögliche Höchstbeanspruchung darstellt. Es ist hervorzuheben, daß für eine bessere Verständlichkeit der Zeichnung, in Figur 12 alle Rotoren mit identischer Phase dargestellt sind und um die in der Figur dargestellten Wellen Nr. 15 oder Nr. 16 umlaufen.

Die dargestellte, polyfunktionelle Pumpe besteht aus der Gesamtheit der beiden zweiphasigen Pumpen mit Eingängen und Ausgängen (E'_0, U'_0) und (E''_0, U''_0) und einer vierphasigen Pumpe mit Eingang und Ausgang (E_0, U_0). Die dargestellten Pumpen bestehen insgesamt aus vier zweiphasigen Pumpen, die mit den zweiphasigen Schaltungen nach Figur 2 ausgeführt sind. Der Verlauf der Flüssigkeit in der vierphasigen Pumpe ist identisch jenem aus Figur 8; während der Verlauf der Flüssigkeit der beiden Pumpen mit Ein- und Ausgang (E'_0, U'_0) e (E''_0, U''_0) identisch jenem aus Figur 7 ist.

Es ist zu bemerken, daß: 1) die am Stützrahmen gebundenen, festen Verbindungsstücke im gleichen Maße auf den beiden, abgewandten Seiten des Stützrahmens verteilt sind; 2) die Achsen der entsprechenden, beweglichen und festen Verbindungsstücke und des Verbindungsschlauches sind in einer Ebene enthalten, die senkrecht zur Drehachse des Rotors ist; 3) die beiden Ursprünge der beiden beweglichen Eingangs- und Ausgangsverbindungsstücke einer jeden an einem Rotor befestigten zweiphasigen Schaltung sind auf einer Ebene angeordnet, die der Drehachse dieses Rotors angehören; die Achse trennt die Ebene in zwei Ebenenhälften, auf einer von denen der Ursprung des Verbindungsstückes des Einganges und auf der anderen der Ursprung des Verbindungsstückes des Ausganges angeordnet ist; 4) im Bereich des Drehwinkels $\varphi=0$ (siehe Fig. 1) gehören dieser Ebene auch die Ursprünge der entsprechenden festen, am Stützrahmen gebundenen Verbindungsstücke; 5) die zweiphasigen Schaltungen sind am entsprechenden Rotor durch Verschweißen oder ähnlichem befestigt; 6) die Wellen Nr. 15 und Nr. 16 sind vom zu den Rotoren inneren Teil befreit, um innerhalb dem Rotor größeren Platz zu schaffen; in besonderen Fällen ist es vorzuziehen, sie ganz zu lassen; 7) die Verwendung von zwei Wellen zur Umdrehung der Rotoren, anstatt einer einzigen, beträgt den Vorteil, daß der Eingang und der Ausgang einer jeden Pumpe an zwei

entgegengesetzten Seiten des Stützrahmens angeordnet sind.

Die in der Figur angegebenen Achse B-B' gehört der vertikalen Ebene an, auf der, parallel zu der Achse der Wellen Nr. 15 und Nr. 16, die Achse der Welle der Kurbeln Nr. 4 angeordnet ist, die die Schwenkbewegung der Rotoren wie in Figur 13 beschrieben festlegt.

Fig. 13 - Sie stellt den in der Figur 12 angegebenen Schnitt A-A' dar, mit der Annahme, daß der Drehwinkel der Kurbel Nr. 5 $\theta = 0^\circ$ ist. Dem Schnitt wird die Position der beiden zweiphasigen Schaltungen CB'_1 e CB'_2 entnommen. Die Flüssigkeit, siehe auch Fig. 12, tritt in E'_{01} ein, durchläuft das Verbindungsstück Nr. 41 und den Schlauch Nr. 39, beschickt über das Verbindungsstück Nr. 43 die beiden Äste der zweiphasigen Schaltung CB'_1 , von der sie in den hinteren, in Figur 13 nicht ersichtlichen Schlauch Nr. 39 austritt, tritt in das am Rahmen befestigte Verbindungsstück Nr. 41, von dem sie in den hinteren, am Rotor R_2 befestigten Schlauch Nr. 39 in der höchsten Biegestellung weiter fließt, bis sie die zweiphasige Schaltung CB'_2 beschickt, aus der sie über ein Verbindungsstück Nr. 43 in einen vorderen Schlauch Nr. 39 austritt, der mit dem Verbindungsstück Nr. 41 verbunden ist und an dessen Ende sich der Ausgang U'_{01} der Pumpe befindet.

In der Figur ist auch das System Kurbel/Kurbelstange ersichtlich, das für die Hin- und Herbewegung bzw. Pendelbewegung der beiden Rotoren angewendet wird. Es sind ersichtlich: der Schnitt der Welle der Kurbeln Nr. 4; die jeweils am Kopf der Kurbelstange Nr. 9 und Nr. 10 verbundenen Bolzen Nr. 7 und Nr. 12 und die an den Fuß der Kurbelstange Nr. 9 und 10 gekoppelten Dorne Nr. 13 und Nr. 14 und die in den Rotoren ausgenommenen Öffnungen, für den Durchtritt der Schläuche und der Kurbelstangen.

Es ist zu bemerken, daß die Figur 13) gegenüber Figur 12) vergrößert dargestellt ist, um deren Einzelheiten hervorzuheben.

Fig. 14 - Zeigt den Schnitt einer polyfunktionellen Pumpe gemäß der Ebene der Achse Nr. 15 der Rotoren R_1 und R_2 und der am Stützrahmen Nr. 1 befestigten Verbindungsstücke Nr. 41, Nr. 42. Es wird angenommen, daß für $\theta = 0^\circ$ diese Ebene auch die Eingangs- und Ausgangsachsen der vom Rotor R_1 befestigten Verbindungsstücke Nr. 43 enthält, die mit den Achsen der entsprechenden am Rahmen Nr. 1 befestigten Verbindungsstücke fluchten. Zur besseren Verständlichkeit, sind die beiden Rotoren mit einem identischen Drehwinkel dargestellt. Die polyfunktionelle Pumpe unterscheidet sich von jener aus Figur 12 dadurch, daß die verwendeten Rotoren alle um die Welle Nr. 15 umlaufen, deren Achsen mit einer einzigen Geraden fluchten. Dies beträgt, daß der Eingang und der Ausgang einer jeden Pumpe an einer einzigen Seite des Stützrahmens angeordnet sind.

Die dargestellte polyfunktionelle Pumpe besteht aus einer zweiphasigen Pumpe mit Eingang E'_0 und Ausgang U'_0 und aus einer vierphasigen Pumpe mit Eingang E_0 und Ausgang U_0 .

Der Eingang E_0 ist mit der Parallelen der beiden zweiphasigen Schaltungen CB_1 und CB_{22} verbunden, deren Schaltungen eine relative Eingangsphase $0^\circ, 180^\circ, 90^\circ, 270^\circ$ besitzen. Der Flüssigkeitsverlauf ist ähnlich wie unter Bezugnahme auf Figur 7), 8) und 12) beschrieben.

Das Schema aus Figur 14) kann unter dem wirtschaftlichen Gesichtspunkt vorteilhaft sein, weil es konstruktiv einfacher und folglich weniger kostspielig ist. In Anwesenheit einer einzigen Drehachse der Rotoren ist es überdies günstig, für deren Hin- und Herbewegung das unten beschriebene System des 'geführten Lagers' anzuwenden.

Fig. 15- Sie stellt den Schnitt A-A' dar, der in Figur 14 mit der Annahme, daß $\theta = 270^\circ$ der Winkel der Kurbel Nr. 5 sei, angegeben ist, von dem die Bewegung von R_1 abhängt, die, im betrachteten Augenblick, die Höchstdrehung $\varphi = \varphi_0$ vollendet hat. Ersichtlich sind: - der Schlauch Nr. 39, der den Ausgang der Schaltung CB_1 mit dem Verbindungsstück Nr. 42 verbindet; - der Schlauch, der den Eingang der Schaltung CB_1 mit dem Verbindungsstück Nr. 42 verbindet; - die Kurbelstange Nr. 9, die an den Kurbelbolzen 7 und an dem am R_1 befestigten Dorn befestigt ist; - die Welle der Kurbel Nr. 4 und das Drehlager 17 von R_1 . In Fig. 15) ist die Achse der Welle der beiden Kurbeln für die Bewegung der beiden Rotoren R_1 und R_2 in dem in Figur 14 angegebenen Schnitt B-B' angeordnet.

Fig. 16 - Sie stellt das T-förmige Verbindungsstück Nr. 43 dar, das in den zweiphasigen Schaltungen verwendbar ist, wenn die zu verbindenden Punkte C_i und C_j eine Achse gemeinsam haben. Die vertikale Achse des T stellt die Eingangsachse E_i und die Ausgangsachse U_i der zweiphasigen Schaltung dar und ist normalerweise so wie in Figur dargestellt rechteckig gebogen, um die Verbindung mit dem am Stützrahmen befestigten Verbindungsstück (siehe Fig. 12) und 14)) zu erleichtern. Der horizontale Balken des T wird für die Verbindung der Schaltungen C_i e C_j verwendet.

Fig. 17 - Sie stellt das in den zweiphasigen Schaltungen verwendete Verbindungsstück dar, wenn die zu verbindenden Punkte C_i und C_j zwei verschiedenen Achsen derselben Schaltungen angehören. Dies beträgt, daß der horizontale Balken des T in zwei zueinander beabstandete Balken unterteilt wird, wie dies die Achsen der Schaltungen C_i und C_j sind. Der vertikale Balken des T besitzt eine Form, die identisch jener der Verbindungsstücke aus Fig. 16) ist.

Fig. 18 - Sie stellt die Seitenansicht der polyfunktionellen Pumpe aus Figur 12) dar. Dabei sind die folgenden Bestandteile dargestellt: der Stützrahmen Nr. 1; die Rotoren R_1 und R_2 ; die Welle der Kurbel Nr. 4; Teil der Kurbelwelle Nr. 9 für die Bewegung von R_1 ; der Zapfen Nr. 7 und der Dorn Nr. 13, mit dem die Kurbelstange verbunden ist; Teil der Kurbelstange Nr. 10 für die Bewegung von R_2 und den Dorn Nr. 14, mit dem er verbunden werden kann;

die am Rahmen Nr. 1 befestigten Wellen Nr. 15 und 16, um die jeweils die Rotoren R_1 und R_2 umlaufen; der Eingang E'_0 und der Ausgang U'_0 einer zweiphasigen, der polyfunktionellen Pumpe angehörenden Pumpe.

Fig. 19 - Sie stellt einen Mechanismus dar, der die Drehbewegung einer sich auf ein einem Stützrahmen befestigten Lagern drehenden Welle der Kurbeln in eine Schwenkbewegung eines Rotors umwandeln, der um der am Stützrahmen befestigten Welle Nr. 15 verschwenkbar ist.

Der Mechanismus besteht aus: a) einer Welle Nr. 4 der Kurbeln mit einer zur Drehwelle Nr. 15 des Rotors 2 parallelen Achse; b) aus dem Paar von Kurbeln Nr. 5, die außerhalb der Führungen Nr. 45 umlaufen und auch die Aufgabe besitzen, die exzentrischen Massen des Lagers Nr. 9 und des Bolzens Nr. 7 auszugleichen; c) dem Bolzen Nr. 7 der Kurbeln; d) dem am Bolzen Nr. 7 angewandten Lagern Nr. 9; e) dem Paar von Führungen Nr. 45 mit parallelen Innenflächen, die zwei Ebenen angehören, die von der Drehachse der Welle Nr. 15 gleich beabstandet sind. Die Führungen sind starr am Rotor in seinem Innenteil befestigt und zwischen ihnen ist mit enger Toleranz der Außenring des Lagers Nr. 9 angeordnet. Das Gesamte ist derart abgestimmt, daß bei Umlauf der Welle Nr. 4, das Lager wechselweise auf einer der Führungen umläuft, wobei die Hin- und Herbewegung des Rotors bewirkt wird.

B.1) DIE EINFACHEN, AKTIVEN SCHALTUNGEN

[0018] Sie haben die Aufgabe, in der enthaltenen Flüssigkeit den Druckunterschied zu erzeugen, der für den Betrieb der Pumpe notwendig ist. Dies rechtfertigt die ihnen gegebene Bezeichnung einer aktiven Schaltung. Sie bestehen aus einem Rohr kreisförmigen oder rechteckigen Querschnittes; ihre Achse ist gemäß einer Krümmung gebogen, die ein Abschnitt eines Kreises oder einer zylinderförmigen Spirale oder einer Archimedesspirale sein kann.

[0019] Die in der nachfolgenden Beschreibung in Betracht gezogenen aktiven Schaltungen sind die vier linksgängige Schaltungen C_i , wobei $i=1,11,2,22$ und die vier rechtsgängigen Schaltungen $C_{i'}$ wobei $i'=1,11',2'22'$ ist. Die Schaltungen C_i und $C_{i'}$ besitzen einen Flüssigkeitseingang und -ausgang, die jeweils mit E'_i und U'_i und $E'_{i'}$ $U'_{i'}$ angegeben sind.

[0020] Die Schaltungen C_i und $C_{i'}$ sind jeweils als linksgängig und rechtsgängig zu betrachten, da der Laufsinn von ihrem Eingang bis zu ihrem Ausgang jeweils linksgängig und rechtsgängig ist. Der Laufsinn wird in Bezug auf den Versor \vec{c} der Normalen zu ihrer gemeinsamen Auflageebene festgelegt. Im Bereich des Einganges einer jeden Schaltung C_i und $C_{i'}$ sind die einsinnigen Ventile mit Zustimmungssinn vom Eingang zum Ausgang angeordnet, die jeweils mit V_i und $V_{i'}$ angegeben sind. Sie bestehen beispielsweise aus einem von einer mittigen Achse geführten Schließsteller und haben die Aufgabe, den Eintritt der Flüssigkeit zu erlauben und deren Austritt zu verhindern.

[0021] Die acht aktiven Schaltungen sind auf verschiedenen Rotoren gemäß dem folgenden Schema verteilt, die Zuständigkeitsrotoren genannt werden:

Schaltungen	Zuständigkeitsrotor
$C_1, C_{1'}$	R_1 mit relativer Phase $\theta = 0^\circ$
$C_2, C_{2'}$	R_2 mit relativer Phase $\theta = 90^\circ$
$C_{11}, C_{11'}$	R_{11} mit relativer Phase $\theta = 180^\circ$, oder R_1 bei Fehlen von R_{11}
$C_{22}, C_{22'}$	R_{22} mit relativer Phase $\theta = 270^\circ$, oder R_2 in Abwesenheit von R_{22}

[0022] Die aktiven Schaltungen entwickeln den nutzbaren Druck durch Trägheitskräfte nach der Rotorart, die durch Winkelbeschleunigungen erzeugt werden. Zu diesem Zwecke, sind sie starr auf Rotoren befestigt, denen eine Hin- und Herbewegung bzw. Pendelbewegung periodischer Art um ihre Drehachse auferlegt wird, die mit der Achse z eines kartesischen Bezugssystems (0, xyz) mit Achsen zusammenfällt, die jeweils durch die Versoren $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$ ausgerichtet sind.

[0023] Die Befestigung einer jeden Schaltung erfolgt: 1) derart, daß die Fläche S_0 ihrer Projektion auf der Ebene (0,x,y), festgelegt durch die Beziehung

$$S_0 = 1/2 \int_s \vec{c} \times \vec{r} \cdot \vec{i}_1 ds$$

die das Integral längs der Längsachse s und des Schwerpunktes der Schaltung darstellt, dessen Element ds eine Tangente mit Versor \vec{i}_1 und Vektor \vec{r} besitzt, ein Maximum erreicht; 2) derart, daß der Weg längs der Achse s der Schaltung im von dem am Eingang der Schaltung angeordneten Ventil erlaubten Sinn gegenüber dem Versor \vec{c} im Gegenuhrzeigersinn für die Schaltung C_i und im Uhrzeigersinn für die Schaltung $C_{i'}$ ist.

[0024] Die aktiven Schaltungen $C_1, C_{11}, C_{1'}, C_{11'}$ sind auf dem Rotor R_1 , während $C_2, C_{2'}, C_{22}, C_{22'}$ am Rotor R_2 .

angebracht sind. Für Pumpen beschränkter Ansprüche können die aktiven Schaltungen C_{11} , $C_{11'}$, C_{22} , $C_{22'}$ fehlen; während in besonderen Fällen die aktiven Schaltungen auf vier Rotoren R_1 , R_2 , R_{11} , R_{22} auf die folgende Weise angebracht werden können: C_1 und C_1' auf R_1 ; C_2 und C_2' auf R_2 ; C_{11} und $C_{11'}$ auf R_{11} ; C_{22} und $C_{22'}$ auf R_{22} . In diesem Fall besitzt der Winkel θ der jeweiligen Kurbeln nach einander den relativen Betrag: $\theta = 0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$.

5 **[0025]** Die Rotoren (siehe Fig. 12) drehen sich um die parallelen Achsen der Wellen Nr. 15 und 16, die am Stützrahmen befestigt sind. Die Wellen Nr. 15 und Nr. 16 besitzen nicht einen mittigen Abschnitt, um den Schläuchen Platz zu geben. Bei Fehlen der Welle Nr. 16, sind alle Rotoren auf der Welle Nr. 15 (siehe Figur 14) angebracht.

[0026] Die Anwesenheit der Welle Nr. 16 ist besonders zweckmäßig bei Pumpen hoher Förderleistung oder bei polyfunktionellen Pumpen mit zweiphasigen Schaltungen, die viel Platz beanspruchen, auch um das geforderte Verhältnis 10 zwischen Länge und Breite des Stützrahmens festlegen zu können. Unter Verwendung der Welle Nr. 16 kann überdies die Reihe von zwei zweiphasigen Schaltungen durchgeführt werden, wobei die U-förmigen Verbindungsstücke und die jeweiligen Verluste vermieden werden.

[0027] Die Bewegung der auf den Wellen Nr. 15 und 16 angebrachten Rotoren wird durch eine einzige Welle durchgeführt, die mit vier Kurbeln mit identischem Radius und relativer Phase $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ ausgerüstet ist, die mit vier 15 identischen Kurbelstangen verbunden sind, deren Fuß mit einem am Rotor befestigten Dorn verbunden ist; die Achse des Domes besitzt einen identischen Radius in allen Rotoren; es ist überdies der Abstand der Drehachse eines jeden Rotors von der Drehachse der Welle der Kurbeln identisch; daher unterscheidet sich die Bewegung der Rotoren nur aufgrund der Phase.

[0028] Die Rotoren unterliegen einer periodischen Pendelbewegung um ihre Drehachse aufgrund eines Systems 20 Koppelstange/Kurbel, wie oben mit Bezug auf Figur 1 beschrieben; oder aufgrund eines gleichwertigen Systems, so wie nachfolgend vorgeschlagen.

[0029] Die Berechnung der Bewegung des in Figur 1 dargestellten Systems mit vier Balken OB_1 , B_1B_2 , B_2O_1 , O_1O ist kompliziert und dessen Ergebnisse sind nicht sofort interpretierbar. Deshalb wird bei der Annahme, daß $\dot{\theta}$ konstant ist, die Pendelbewegung des Rotors R_1 durch folgende Gleichungen als beschrieben angenommen:

25

$$\varphi = \varphi_0 \sin \theta \quad \dot{\varphi} = \varphi_0 \dot{\theta} \cos \theta \quad \ddot{\varphi} = -\varphi_0 \dot{\theta}^2 \sin \theta$$

wo φ_0 den absoluten Betrag der höchsten, Links- oder Rechtswinkelverschiebung des Rotors darstellt und θ der Drehwinkel der Kurbel ist. 30

[0030] In Fig. 1 gehören die Punkte O , O_2 , O_3 einer Geraden an, die zur Geraden O_1O_M senkrecht ist, wo O_M der mittlere Punkt des Segmentes O_2O_3 ist. Die Punkte O_2 und O_3 sind die äußersten Punkte des Weges der Achse des Kurbelstangenfußes, im Bereich derer die Höchstbeschleunigungen des Rotors erfolgen.

[0031] Daraus folgt, daß die flüssige Masse der Schaltung C_i einer Trägheitskraft unterliegt, die von E'_i auf U'_i wächst, 35 deren augenblicklicher Höchstbetrag im Querschnitt U_i ausgedrückt ist durch:

$$f_i = -2 \rho S_c S_o \ddot{\varphi} = 2 \rho S_c S_o \varphi_0 \dot{\theta}^2 \sin \theta$$

40 dem eine Druckdifferenz zwischen der Querschnitten E'_i und U'_i

$$p_{Gi} = 2 \rho S_o \varphi_0 \dot{\theta}^2 \sin \theta$$

45 entspricht.

[0032] Für $\varphi^\circ < 10^\circ$, ein Betrag der in den meisten Fällen der Anwendungen nicht

[0033] überschritten wird, ist der in den obigen Gleichungen enthaltene Fehler für eine Berechnungsgrundlage der Maschine weitgehend zulässig. Die obigen, vereinfachten Gleichungen werden daher für die Zwecke der vorliegenden Erfindung als gültig angesehen und werden ständig in allen folgenden Teilen verwendet.

50

B.2) DIE AKTIVE, ZWEPHASIGE SCHALTUNG

[0034] Die Verwendung der zweiphasigen Schaltung hat die Aufgabe: 1) im Intervall θ ($0^\circ, 360^\circ$) einen nützlichen Druckunterschied konstanten Vorzeichens und kontinuierlichen Charakters in der zwischen den Eingangs- und Ausgangsquerschnitten U_i und E_i liegenden Flüssigkeit zu entwickeln, wobei die Phasen entgegengesetzten Vorzeichens der Beschleunigung des Rotors verwendet werden, an dem die zweiphasige Schaltung befestigt ist; daraus stammt die Bezeichnung der 'zweiphasigen' Schaltung, die der Schaltung gegeben wird; 2) in beiden genannten Phasen eine kontinuierliche Flüssigkeitsförderleistung konstanten Vorzeichens zu entwickeln.

[0035] Aus vier identischen Paaren von Schaltungen ($C_1; C_{1'}$), ($C_{11}; C_{11'}$), ($C_2; C_2, C_{22}; C_{22'}$), werden die vier zweiphasigen Schaltungen (siehe Fig. 2) auf folgende Weise erhalten:

- indem die beiden Eingänge E_i und $E_{i'}$ und die beiden Ausgänge U_i und $U_{i'}$ eines jeden Paares von Schaltungen, miteinander verbunden werden, wo $i=1, 11, 2, 22$;
- indem der Eingang E im Bereich der Verbindung von E_i und $E_{i'}$ und der Ausgang U_i im Bereich der Verbindung von U_i mit $U_{i'}$ abgeleitet werden;
- indem gleich nach den Eingängen E_i und $E_{i'}$ die Richtventile V_i und $V_{i'}$ mit Zustimmungssinn vom Eingang zum Ausgang der Flüssigkeit eingefügt werden.

[0036] Hierbei besteht die zweiphasige Schaltung aus einer rechtsgängigen Schaltung C_i , die zur linksgängigen Schaltung $C_{i'}$ identischer Fläche S_0 parallel ist, die beide mit einem Richtungsventil ausgerüstet sind, das der Flüssigkeit nur den Weg vom Eingang zum Ausgang erlaubt. In dieser Beziehung sind die vom Eingang zum Ausgang gerichteten Kräfte und Geschwindigkeiten als positiv angegeben.

[0037] Im Intervall θ ($0^\circ; 180^\circ$) (siehe Fig. 9), wird die negative Beschleunigung des Rotors R_1 der Flüssigkeit der Schaltung C_1 übertragen, in der sie eine Trägheitskraft

$$f_1 = 2 \rho S_c S_0 \varphi_0 \dot{\theta}^2 \sin \theta > 0$$

erzeugt, die: 1) zwischen den Querschnitten U_1 und E_1 den Druckunterschied f_1/S_c festlegt; 2) in der Flüssigkeit von C_1 eine positive Geschwindigkeit beträgt; 3) mit der gleichen und entgegengesetzten Kraft f_1 eine Resultierende bildet, die dazu neigt, die Geschwindigkeit der Flüssigkeit der Schaltung $C_{1'}$ zu annullieren, die in derselben von f_1 in θ ($180^\circ; 360^\circ$) entwickelt wird.

[0038] Im Intervall θ ($180^\circ; 360^\circ$) entwickelt die Kraft $f_1 > 0$: 1) zwischen den Querschnitten U_1 und E_1 die Druckdifferenz p_{G1} , ähnlich $p_{G1'}$; 2) entwickelt in der Flüssigkeit von $C_{1'}$ eine positive Geschwindigkeit; 3) bildet mit der negativen Kraft f_1 eine Resultierende, die dazu neigt, die Geschwindigkeit der Flüssigkeit der Schaltung C_1 zu annullieren.

[0039] Dabei kann behauptet werden, daß bei Ausschluß der Anwesenheit von anderen Kräften, die zweiphasige Schaltung CB_1 im Intervall θ ($0^\circ; 360^\circ$): 1) zwischen den Querschnitten U_1 und E_1 einen positiven Druckunterschied

$$p_G = 2 \rho S_0 \varphi_0 \dot{\theta}^2 |\sin \theta|,$$

Extreme ausgeschlossen, festlegt, wo $|\sin \theta|$ der vertikale Wert von $\sin \theta$ ist; sein Verlauf ist immer identisch jenem aus Figur 9; 2) in der Flüssigkeit der Schaltung C_1 eine Förderleistung mit einem Mindestbetrag von $\theta = 0^\circ$ und einen Höchstbetrag von $\theta = 180^\circ$ festlegt; 3) in der Flüssigkeit der Schaltung $C_{1'}$ eine Förderleistung mit einem Mindestbetrag für $\theta = 180^\circ$ und mit einem Höchstbetrag $\theta = 360^\circ$ festlegt; 4) zwischen den Querschnitten U_1 und E_1 eine Förderleistung festlegt, die gleich der Summe der Förderleistungen der Schaltungen C_1 und $C_{1'}$ ist.

[0040] Ein ähnliches Verhalten weisen in den jeweiligen Zuständigkeitsintervallen die anderen, zweiphasigen Schaltungen CB_{11} , CB_2 und CB_{22} auf.

B.3) AUSFÜHRUNG DER ZWEIFHASIGEN SCHALTUNGEN

[0041] Die zweiphasigen Schaltungen können auf verschiedene Weisen ausgeführt werden, unter denen jene die nachstehend unter den Punkten a), b), c), d), e) erläutert werden.

a) Die zweiphasige Schaltung CB_i , deren Schaltungen C_i und $C_{i'}$ durch ein gemäß einem Kreis gekrümmtes Rohr (siehe Fig. 1,3) erhalten werden, von dem mittels der Verbindungsstücke Nr. 43 der Eingang E_i und der Ausgang U_i in diametral entgegengesetzten Stellungen abgeleitet sind. Im Bereich des Einganges sind an den Schaltungen C_i und $C_{i'}$ die Ventile V_i und $V_{i'}$ angebracht. Die Schaltung weist die folgenden Vorteile auf: 1) sie besitzt an jeder Stelle ihrer Achse den Versor der Tangente zusammenfallend mit dem Versor der in der Flüssigkeit entwickelten Trägheitskraft, die an jeder Stelle zum Abstand von der Drehachse proportional ist; dies beschränkt die hydraulischen Verluste und erlaubt, daß die gesamte in der Schaltung enthaltene Flüssigkeitsmasse den höchstmöglichen Beitrag für den Betrieb der Pumpe bietet; 2) sie hat einen herabgesetzten, radialen und axialen Platzbedarf; ist der Querschnitt rechteckig, so wird der Platzbedarf durch jenen eines zylinderförmigen Ringes dargestellt, dessen Querschnitt in der Höhe und der Breite gemäß den Erfordernissen sich ändern kann, wobei dessen Fläche konstant gehalten wird; 3) die Schaltung ist einfacher als jede andere, wodurch sie auch verhältnismäßig niedrige Herstellungskosten hat.

Die Schaltung ist insbesondere geeignet, für hydroelektrische Anlagen und, im allgemeineren, für Pumpen mit Förderleistungen jeglicher Größe und Drücken, die verhältnismäßig nicht hoch sind.

b) Zweiphasige Schaltung mit Schaltungen C_i und C_r , die aus einem Rohr ausgeführt sind, dessen Achse gemäß einer zylinderförmigen Spirale gekrümmt ist (siehe Figur 4 und Beschreibung). Der Eingang E_i ist im Bereich der Mitte der Wicklung abgeleitet und im Bereich desselben sind zwei in Richtung des Ausganges ausgerichtete Richtungsventile angeordnet; der Ausgang U_i ist im Bereich der Verbindungsstelle zu den beiden äußersten Stellen abgeleitet. Auf diese Weise erhält man vom Eingang E_i bis zum Ausgang U_i eine rechtsgängige Schaltung C_r und vom E_i bis U_i eine linksgängige Schaltung C_i . Die Zeichnung hebt den Vorteil hervor, für jede anteilige Schaltung eine Anzahl von Windungen $n_s=0,5+K$ zu verwenden, wo K eine ganzzahlige Ziffer ist, um den Eingang E_i und Ausgang U_i der CB_i zu haben, die sich in einer Position befinden, die ähnlich jener ist, wie für Figur 4 beschrieben. Die zylinderförmige Spiralaufwicklung besitzt einen hohen Platzbedarf gemäß der Achse z ; sie hat jedoch den Vorteil, einen kleinen, radialen Platzbedarf aufzuweisen. Es ist zu bemerken, daß die Windungen des Wickels eng aneinander gelegt werden können.

c) Zweiphasige Schaltung mit aktiven Schaltungen, die aus einem Rohr bestehen, das längs einer ungeraden Zahl von übereinander gelegten, zylinderförmigen Spiralabschnitten gekrümmt ist.

Die eng aneinander liegenden Windungen von zwei unmittelbar übereinander liegenden Abschnitten sind, unter Bezugnahme auf einen zu ihrer Achse parallelen Versor, mit identischem Drehsinn aufgewickelt. Auf diese Weise summieren sich die auf die in jedem Abschnitt enthaltene Flüssigkeit angewandten Trägheitskräfte mit identischem Vorzeichen. Die Abschnitte sind derart angeordnet, daß der Endquerschnitt eines jeden Zwischenabschnittes dem Anfangsquerschnitt des unmittelbar oberen Abschnittes angehört, der mit abgewandten Vorschubsinn, jedoch mit identischem Drehsinn aufzuwickeln ist. Die Anzahl der Abschnitte ist ungerade und jeder besitzt eine Anzahl von Windungen $n_s=K+0,5$, wo K eine ganzzahlige Ziffer ist.

Die beiden Schaltungen C_i und C_r sind identisch. Eine derselben ist um 180° um die zur Achse der Windung senkrechten Achse gedreht und längs derselben, gemeinsamen Achse an der anderen Schaltung derart angereiht, daß deren beiden Endquerschnitte anliegend sind, von denen der Eingang (oder der Ausgang) der zweiphasigen Schaltung abgeleitet ist. Der Ausgang (oder der Eingang) ist vom Verbindungsrohr der beiden Querschnitte abgeleitet, die nach Umschlag nach oben sich in äußerten Stellungen, wie für Figur 4 beschrieben, befinden. Die Ventile sind mit Zustimmungssinn in Richtung des Ausganges gleich nach dem Eingang eingebaut.

Die beschriebene zweiphasige Schaltung besitzt den Vorteil, eine große Anzahl von Windungen erhalten zu können, wobei der gesamte verfügbare Raum ausgenützt wird. Sie ist vor allem für Pumpen mit sehr hohen Druck und kleiner Förderleistung von Vorteil.

d) Zweiphasige Schaltung mit Schaltungen C_i und C_r , die aus zwei identischen Rohrabschnitten bestehen, deren Achse gemäß einer Spirale von Archimedes gekrümmt ist. Sie besitzt die Aufgabe, eine zweiphasige Schaltung auszuführen, die für einen weiten Bereich von Förderleistungen und von Drücken, von kleinen bis hohen, mit einem sehr begrenzten, axialen Raumbedarf geeignet ist; sie ist überdies zur Herstellung von Mehrfachpumpen, so wie nachstehend beschrieben, angezeigt. Sie ist wie folgt (siehe Fig. 5 und Beschreibung) aufgebaut:

- zwei Rohre werden längs zwei identischen Abschnitten einer Archimedesspirale derart gekrümmt, daß die Außenfläche einer Windung an der Innenfläche der darauffolgenden anliegt; die Anzahl der Windungen eines jeden Rohrabschnittes muß $n_s=0,5+K$ sein, wobei $K=$ eine ganze Zahl;
- die Auflageebene einer der beiden Abschnitte wird derart geklappt, daß ausgehend vom Eingang E_i , eine linksgängige Schaltung C_i und eine rechtsgängige Schaltung C_r erhalten werden;
- die Schaltungen C_i und C_r werden derart übereinander gelegt, daß die Querschnitte der beiden Paare (E'_i , E'_r) und (U'_i , U'_r) angrenzend sind; an den Eingängen E'_i e E'_r werden die einsinnigen Ventile V_i und V'_i eingebracht;
- von den Eingängen E'_i e E'_r wird der Eingang E_i und von den Ausgängen U'_i e U'_r der Ausgang U_i mit den Verbindungsstücken Nr. 44, siehe Figur 17) abgeleitet; sie sind angeordnet wie für Figur 4) beschrieben.

e) Zweiphasige Schaltung mit anteiligen Schaltungen C_i und C_r , die aus einer ungeraden Zahl n_T von identischen Rohrabschnitten bestehen, deren Achse gemäß dem Verlauf einer Archimedesspirale mit einer Anzahl von Windungen $n_s=K+0,5$ gekrümmt ist, wo K eine ganze Zahl ist. Die anteiligen aktiven Schaltungen besitzen eine große Fläche S_0 und die Pumpe ist daher geeignet, Drücke mit Beträgen zu entwickeln, die zwischen einem mittleren Wert und einem sehr hohen Wert liegen, mit kleinen bis mittleren Förderleistungen.

[0042] Die zweiphasige Schaltung weist die folgenden Merkmale (siehe auch Fig. 6 und Beschreibung) auf:

1) die Achsen der Abschnitte der Schaltungen C_i und C_r sind vom Eingang E_i zum Ausgang U_i mit wechselweise zunehmendem und abnehmendem Radius bei Zunahme des Aufwickelwinkels aufgewickelt; der Sinn ist für die

Abschnitte von C_i linksgängig und rechtsgängig für die Abschnitte von C_i unter Bezugnahme auf den Versor \bar{c} der Normalen zur gemeinsamen Auflageebene;

2) die anteiligen Abschnitte von C_i und C_i , wegen der besseren Verständlichkeit in Fig. 6 mit einer Strichlierung verbunden, müssen nacheinander gemäß der Ordnung 1,2,3,4,5,6, übereinander liegen, so wie in Fig. 6 gezeigt, ohne gedreht zu werden und derart, daß die gesamten in Fig. 6 angegebenen Punkte E und U angrenzen; überdies sind die anteiligen Abschnitte im Bereich der Punkte E und U zu verbinden, die nach dem vorhergehenden Vorgang angrenzend sind; von der Verbindung der Paare (E'_i, E''_i) und (U'_i, U''_i) werden der Eingang E_i und der Ausgang U_i der CB_i abgeleitet, die auf eine ähnliche Weise wie für Fig. 4 beschrieben angeordnet sind;

3) die Gesamtzahl n_{ts} der Windungen einer jeden Schaltung C_i und C_i liegt bei $n_{ts} = n_s \cdot n_T$; mit Zunahme von n_s nimmt der radiale Platzbedarf der Schaltung zu und mit Zunahme von n_T der axiale Platzbedarf; überdies kann n_s und n_T sich ändern, um im höchsten Maße den verfügbaren Raum auszunützen.

C.1) DIE ZWEIPHASIGE PUMPE

[0043] Sie besteht aus zwei zweiphasigen Schaltungen CB_1 und CB_2 , die in Serie geschaltet und mit den beschriebenen Modalitäten jeweils an den Rotoren R_1 und R_2 befestigt sind, die einer Beschleunigung periodischer Art mit identischer Frequenz und mit relativer Phase $\theta = 0^\circ, 90^\circ$ ausgesetzt sind. Die Trägheitskräfte f_1 und f_1 , die durch die zweiphasige Schaltung CB_1 erzeugt werden, die am Eingang der Pumpe angeordnet ist, wirken mit den beiden relativen Phasen 0° und 180° des Winkels θ ; davon wird die der Pumpe gegebene Bezeichnung von 'zweiphasig' abgeleitet.

[0044] Die Serie der beiden zweiphasigen Schaltungen erlaubt es, eine Pumpe mit einem Minimum von erzeugtem Druck, der gleich dem höchsten Druck ist, der von jeder der beiden zweiphasigen, anteiligen Schaltungen derart erzeugt wird, daß an die Pumpe ein nützlicher Gegendruck angewandt werden kann, der den Erfordernissen entspricht, eine Förderleistung ohne Unterbrechung und gleichsinnige Ventile zu erhalten, die konstant geöffnet sind. Die Serie erlaubt überdies die selbsttätige Einstellung der Förderleistung der inneren Schaltungen derart, daß ein periodischer Verlauf entsteht.

[0045] Die Serie der beiden Schaltungen ist in Fig. 7 dargestellt und in der entsprechenden Beschreibung erläutert. Es ist nützlich, auch Fig. 12 und 14 zu überprüfen, in denen die Anordnung dargestellt ist, die für eine zweiphasige Pumpe mit Eingang E'_0 und Ausgang U'_0 vorgeschlagen ist.

[0046] Im Intervall $\theta (0^\circ; 360^\circ)$ erzeugen die Schaltungen C_1 und C_1 von CB_1 in der Flüssigkeit jeweils die folgenden Trägheitskräfte:

$$f_1 = F_0 \sin \theta \text{ positiv in } \theta (0^\circ; 180^\circ) \text{ und negativ in } \theta (180^\circ; 360^\circ); \text{ und}$$

$$f_1 = -F_0 \sin \theta \text{ positiv in } \theta (180^\circ; 360^\circ) \text{ und negativ in } \theta (0^\circ; 180^\circ); \text{ in ihnen ist}$$

$$F_0 = 2\rho S_o S_o \varphi_o \dot{\theta}^2, \text{ die den Höchstwert von } f_1 \text{ und } f_1 \text{ im Bereich des Ausganges } U_1 \text{ (siehe Fig.7) darstellt.}$$

[0047] Überdies gilt für jeden Winkel θ die Beziehung $f_1 + f_1 = 0$ und daher genügen die absoluten Werte $|f_1| = |f_1|$.

[0048] In $\theta (0^\circ; 360^\circ)$ erzeugen die Schaltungen C_2 und C_2 von CB_2 in der Flüssigkeit jeweils die Trägheitskräfte:

$$f_2 = F_0 \sin(\theta + 90^\circ) \text{ positiv in } \theta (90^\circ; 270^\circ) \text{ und negativ in } \theta (-90^\circ; +90^\circ); \text{ überdies}$$

$$f_2 = -F_0 \sin(\theta + 90^\circ) \text{ negativ in } \theta (90^\circ; 270^\circ) \text{ und positiv in } \theta (-90^\circ; +90^\circ);$$

Für jeden θ gelten die Beziehungen $f_2 + f_2 = 0$ und $|f_2| = |f_2|$.

[0049] Dabei erzeugt bei jedem Winkel θ des Intervalls $\theta (0^\circ; 360^\circ)$ jede zweiphasige Schaltung in der enthaltenen Flüssigkeit eine positive Trägheitskraft, deren Summe am äußersten U_2 der Serie der beiden zweiphasigen Schaltungen gleich der Resultierenden (siehe Fig. 11) ist:

$$R_G = |f_1| + |f_2| = F_0 (|\sin \theta| + |\cos \theta|).$$

[0050] Der Resultierenden R_G entspricht der augenblickliche Wert der Druckdifferenz p_G , die zwischen dem Eingang E_{01} und dem Ausgang U_{02} der Pumpe erzeugt wird, ausgedrückt durch:

$$p_G = [|f_1| + |f_2|] / S_c = 2 \rho S_o \varphi_o \dot{\theta}^2 (|\sin \theta| + |\cos \theta|).$$

[0051] Er besitzt den Höchstwert

$$\rho_{G\max} = 2\sqrt{2} \rho S_0 \varphi_0 \dot{\theta}^2,$$

5 den Mindestwert

$$\rho_{G\min} = 2\rho S_0 \varphi_0 \dot{\theta}^2$$

10 und den Mittelwert

$$\rho_{G0} = \frac{8}{\pi} \rho S_0 \varphi_0 \dot{\theta}^2$$

15

[0052] Beim Betrieb der Pumpe treten Kräfte ein, die den Verlauf der obigen Diagramme abändern. Genauer ist im Intervall θ (θ_0 ; $180^\circ - \theta_0$), angegeben mit der PHASE I des Betriebes der Schaltung C_1 , an die Masse der in der aus Schaltung C_1 und der Schaltung CB_2 bestehenden Serie enthaltenden und durch eine positive Kraft beanspruchte Flüssigkeit, die positive Resultierende angewandt:

[0053] $R_I = R_{I(1)} + R_{I(2)}$, wobei in

- a) $R_{I(1)} = 2f_1 + |f_2| - p_H S_c$, gültig in $\theta(\theta_0; 0^\circ)$ und in $\theta(180^\circ; 180^\circ - \theta_0)$, wo θ_0 ein negativer Winkel ist; überdies
- b) $R_{I(2)} = f_1 + |f_2| - p_H S_c$, gültig in $\theta(0^\circ; 180^\circ)$.

25

[0054] In den vorstehenden Beziehungen ist $|f_2|$ der absolute Wert von f_2 und $p_H = p_s + p_{cs} + p_e$, in der p_s der nützliche Gegendruck ist, p_{cs} ist der Druckverlust in der Serie der beiden aktiven Schaltungen C_1 und C_2 , und p_e ist der Druckverlust in den zu den aktiven Schaltungen außen liegenden Schaltungen.

[0055] Die obige Resultierende bringt die Geschwindigkeit der Flüssigkeit der Schaltung C_1 von einem Nullwert für $\theta = 0$ auf einen Höchstwert für $\theta = 180^\circ - \theta_0$.

[0056] Im nachfolgenden Intervall θ ($180^\circ - \theta_0$; $360^\circ + \theta_0$), als PHASE II des Betriebes von C_1 angegeben, ist die obige Masse durch eine negative Resultierende R_{II} beschleunigt, ausgedrückt durch $R_{II} = 2f_1 + |f_2| - p_H S_c$, die die Höchstgeschwindigkeit der Flüssigkeit von C_1 auf einen Nullwert für $\theta = 360^\circ + \theta_0$ zurückbringt.

[0057] Identische Betrachtungen können für die Flüssigkeitsmasse der Serie der Schaltung C_1 und der Schaltung von CB_2 wiederholt werden, die durch eine positive Trägheitskraft beschleunigt wird.

[0058] In der PHASE I des Betriebes von C_1 bezüglich des Intervalls $\theta(180^\circ + \theta_0$; $360^\circ - \theta_0)$, wird die Flüssigkeitsgeschwindigkeit von C_1 von einer der vorstehenden ähnlichen positiven Resultierenden von einem Nullwert für $\theta = 180^\circ + \theta_0$ auf einen Höchstwert für $\theta = 360^\circ - \theta_0$ gebracht, der gleich jenem bezüglich der Schaltung C_1 ist; während in der PHASE II des Betriebes von C_1 eine negative Resultierende, ähnlich der oben beschriebenen im Intervall $\theta(-\theta_0$; $180^\circ + \theta_0)$, die Flüssigkeitsgeschwindigkeit vom genannten Höchstwert auf einen Nullwert bringt.

[0059] Die Flüssigkeitsgeschwindigkeit von C_1 besitzt einen periodischen Verlauf. Die Bedingung der Periodizität wird erfüllt, sobald die Flüssigkeitsgeschwindigkeit am Anfang der PHASE I identisch der Geschwindigkeit derselben Flüssigkeit ist, die dem Ende der PHASE II entspricht. Die Schaltung C_1 besitzt ein ähnliches Verhalten. Das System neigt dazu, selbsttätig die Situation eines dynamischen Gleichgewichtes zu erreichen und beizubehalten, da bei jeder Flüssigkeitsgeschwindigkeitsänderung auf die gleiche Weise auch die Ausdrücke p_{cs} und p_e geändert werden, aus denen p_H besteht.

[0060] Bei Betrieb sind die gleichsinnigen Ventile immer offen, auch in Anwesenheit von $f_i < 0$, wo $i = 1, 1', 2, 2'$, die die sich in Bewegung befindliche Flüssigkeitssäule von E_i auf U_i abbremsen und daher in ihr einen Überdruck festlegen, der von U_i auf E_i abnimmt, und das Ansaugen erleichtert.

[0061] Die Flüssigkeitsgeschwindigkeit der Schaltungen C_1 und C_1' verursacht, in jeder von ihnen, eine Förderleistung, die, bei jeder vollen Umdrehung der Welle der Kurbeln Nr. 4, auf kontinuierliche Weise von einem Nullwert auf einen Höchstwert geändert wird, von dem sie abnimmt, um für einen Augenblick wieder den Nullwert anzunehmen. Die Förderleistungen der beiden um einen Winkel $\theta = 180^\circ$ phasenverschobenen Schaltungen besitzen einen identischen Verlauf und ihre Summe bildet die Förderleistung der zweiphasigen Pumpe. Die 180° relative Phasenverschiebung der beiden anteiligen Förderleistungen neigt dazu, die augenblickliche Förderleistung der Pumpe auszugleichen, deren Betrag gegenüber dem mittleren Betrag einer Höchstabweichung in der Größenordnung von 20% unterliegt.

[0062] In der obigen Ausführung wurde nicht der atmosphärische Druck und die kinetische Energie der in den Verbindungsschaltungen enthaltenen Flüssigkeit berücksichtigt. Ihre Anwesenheit beträgt, daß der Nullwert der obigen

Geschwindigkeit größer als Null ist.

C.2) DIE VIERPHASIGE PUMPE

5 **[0063]** Diese Art von Pumpe hat die Aufgabe, die Stetigkeit der Förderleistung und folglich auch einen höheren Wirkungsgrad der Anlage und eine höhere Effizienz des Ansaugsystems der Flüssigkeit aus der Quelle zu erhalten.

[0064] Die Pumpe wird vierphasig genannt, da an ihrem Eingang vier aktive Schaltungen vorhanden sind, die Trägheitskräften mit einer relativen Phase $\theta = 0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ unterliegen.

10 **[0065]** Sie besteht nämlich (siehe Fig. 8, 12, 14 und die entsprechenden Beschreibungen) aus zwei parallelen, zweiphasigen Pumpen, von denen eine aus einer Serie von zwei identischen, zweiphasigen Schaltungen ausgeführt ist, von denen CB_1 am Eingang und CB_2 am Ausgang angeordnet ist; und die andere Pumpe aus der Serie von zwei zu den vorhergehenden identischen Schaltungen, von denen CB_{22} am Eingang und CB_{11} am Ausgang angeordnet ist. Das Paar von Schaltungen CB_1 und CB_{11} ist mit den oben angegebenen Modalitäten mit dem Rotor R_1 mit relativer Phase $\theta = 0^\circ$ verbunden; während mit dem Rotor R_2 mit relativer Phase $\theta = 90^\circ$ das Paar CB_2 und CB_{22} (siehe Fig. 14)

15 verbunden ist. In besonderen Fällen werden die vier Rotoren R_1, R_2, R_{11}, R_{22} mit relativer Phase $\theta = 0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ verwendet, an denen jeweils die Schaltungen $CB_1, CB_2, CB_{11}, CB_{22}$ (siehe Fig. 12) befestigt sind.

[0066] Im Betrieb besitzt der von jeder zweiphasigen Pumpe erzeugte Druck einen augenblicklichen Wert, der identisch ist, da jede Pumpe aus einer Reihe von zwei identischen, zweiphasigen Schaltungen besteht, die identischen Beschleunigungen unterliegen. Dadurch sind die beiden, zweiphasigen, parallel geschalteten Pumpen von einander

20 unabhängig.

[0067] Immer bei Betrieb, ist im Intervall $\theta (0^\circ; 360^\circ)$ der mittlere Wert der Förderleistung einer jeden zweiphasigen Pumpe identisch; ihr augenblicklicher Wert ändert sich jedoch, aufgrund der verschiedenen Phase am Eingang und am Ausgang, periodisch derart, daß der Höchstwert der Förderleistung einer der Pumpen mit dem Mindestwert der anderen Pumpe simultan ist. Dies bewirkt den Ausgleich der augenblicklichen Förderleistung der vierphasigen Pumpe, gleich der Summe der beiden Förderleistungen, derart, daß die Höchstabweichung der Förderleistung von ihrem mittleren Wert in der Größenordnung von 0,5% liegt. Die Eingangs- und Ausgangsförderleistung der Pumpe ist daher praktisch konstant und überdies besitzt sie einen mittleren Wert, der gleich doppelt ist wie jener einer jeden anteiligen Pumpe.

25

[0068] Dies beträgt ein Höchstmaß an Regelmäßigkeit im Betrieb, eine Verminderung der hydraulischen Verluste in den Schaltungen, die außerhalb der Pumpe liegen, und ein Höchstmaß an Effizienz des Ansaugsystems.

30

C.3) DIE POLYFUNKTIONELLE PUMPE

[0069] Sie besitzt die Aufgabe, gleichzeitig mehrere Erfordernisse zufriedenzustellen, um die Herstellungs- und Anlagekosten sowie den Platzbedarf der Anlage selbst herabzusetzen.

35

[0070] Beim jetzigen Stand der Technik muß normalerweise bei jedem Erfordernis von Pumparbeiten, das verschiedenen wegen der Förderleistung oder des Druckes oder der zu fördernden Flüssigkeit ist, die Verwendung einer verschiedenen Pumpe vorgesehen werden.

[0071] Mit der vorgeschlagenen Pumpe (siehe Fig. 12, 14 und die entsprechende Beschreibung) kann das Problem ganz einfach dadurch gelöst werden, indem der gesamte bauliche Teil einer Pumpe, bestehend aus dem Stützrahmen, dem Motor, der Kurbelwelle, den Kurbelstangen, Rotoren und den entsprechenden Drehwellen, zusammengefaßt werden; und überdies indem an den Rotoren, mit den vorgesehenen Modalitäten, die für die notwendigen Pumpen erforderlichen zweiphasigen Schaltungen befestigt werden, die wie oben beschrieben verbunden sind, und indem am Stützrahmen Nr. 1 die entsprechenden Eingänge E_{01} und Ausgänge U_{01} befestigt werden. Auf diese Weise unterscheiden sich die verschiedenen Pumpen nur aufgrund der verschiedenen hydraulischen Schaltungen. Dies beträgt selbstverständlicher Weise eine einwandfreie Dimensionierung der verschiedenen baulichen Teile.

40

[0072] Es ist zweifelsohne, daß die Herstellungskosten und der Platzbedarf der polyfunktionellen Pumpe sehr geringer ist als die Summe der Herstellungskosten und des Platzbedarfes der getrennten Pumpen. Das Verhalten ist ähnlich jenem eines Stromtransformators mit einer primären Schaltung und mehreren sekundären Schaltungen, der insgesamt weniger kostet und Platz beansprucht als Transformatoren, die für identische Spannungen und Leistungen dimensioniert wurden.

45

C.4) DIE VERBINDUNGEN DER ZWEIPHASIGEN SCHALTUNGEN UND DIE DREHWELLEN DER ROTOREN

55 **[0073]** Der Eingang und der Ausgang einer zweiphasigen Schaltung (siehe Fig. 12, 14) sind beide mit den entsprechenden beweglichen, am Rotor befestigten Verbindungsstück verbunden, das unter Verwendung eines Schlauches mit dem entsprechenden festen am Stützrahmen gebundenen Verbindungsstück verbunden ist. Das feste Verbindungsstück kann dem Eingang oder dem Ausgang der Pumpe angehören, oder ein Hilfsverbindungsstück bilden, das

für die Reihe mit einer anderen zweiphasigen Schaltung bereitgestellt ist, die eine verschiedene relative Geschwindigkeit besitzt.

[0074] Die Verbindung des Eingangs und des Ausgangs einer zweiphasigen Schaltung wird mittels des Verbindungsstückes aus Fig. 16) oder aus Fig. 17) durchgeführt. Das Verbindungsstück besteht aus einem Hauptrohr und zwei Nebenrohren. Das Hauptrohr wird durch einen geradlinigen Teil gebildet, der nach einem zur Drehachse des Rotors parallelen Weg derart gekrümmt ist, daß dessen Achse mit der genannten Drehachse einen gemeinsamen Punkt besitzt. Nach der Krümmung ist er mit einem Schlauch verbunden, der mit einem festen Verbindungsstück verbunden ist, das an die abgewandte Seite des Stützrahmens gebunden ist. Durch das Hauptrohr fließt die Förderleistung der beiden Nebenrohre des Verbindungsstückes. Diese können eine gemeinsame Achse wie beim Verbindungsstück aus Fig. 16) besitzen, oder sie können parallel und beabstandet sein, wie beim Verbindungsstück aus Fig. 17). Die beiden Nebenrohre sind unmittelbar mit den beiden Eingängen oder mit den beiden Ausgängen der beiden aktiven Schaltungen einer zweiphasigen Schaltung verbunden. Das Verbindungsstück aus Fig. 16) wird beispielsweise verwendet für die Eingänge und die Ausgänge der Schaltung aus Fig. 3); das Verbindungsstück aus Fig. 17) ist beispielsweise zu verwenden für den Ausgang der zweiphasigen Schaltung aus Fig. 4), bei der die Ausgänge der aktiven Schaltungen einen Abstand aufweisen.

[0075] In Zusammenfassung der verschiedenen obigen Ausführungen, wird die Verbindung der beiden Verbindungsstücke unter Einhaltung der folgenden Regeln durchgeführt: 1) die Achsen der beweglichen Eingangs- und Ausgangsverbindungsstücke der zweiphasigen, am Rotor gebundenen Schaltung beginnen in zwei Ebenenhälften, die gegenüber der Drehachse des Rotors entgegengesetzt und zur Achse selbst senkrecht sind; 2) die entsprechenden, festen Verbindungsstücke sind an zwei entgegengesetzten Seiten des Stützrahmens gebunden und besitzen immer koplanare und zur Drehachse des Rotors senkrechte Achsen; 3) eine zur Drehachse des Rotors senkrechte Ebene enthält die Achse des beweglichen Eingangsverbindungsstückes, die entsprechende Achse des festen Verbindungsstückes und die Achse des entsprechenden Verbindungsschlauches; eine verschiedene, zur Drehachse des Rotors senkrechte Ebene enthält die Achse des beweglichen Ausgangsverbindungsstückes, die entsprechende Achse des festen Verbindungsstückes und die Achse des entsprechenden Verbindungsschlauches; 4) für $\varphi = 0$ (siehe Fig. 1) identifizieren sich die Achsen der beiden beweglichen Eintritts- und Ausgangsverbindungsstücke mit den entsprechenden Achsen der festen Verbindungsstücke; 5) jedes aus einem beweglichen Verbindungsstück und aus einem entsprechenden festen Verbindungsstück bestehendes Paar ist über einen Schlauch verbunden; 6) Der Verlauf des Schlauches kann geradlinig, gekrümmt mit einem einzigen Höchstwert, oder gekrümmt mit mehreren Höchstwerten sein.

[0076] Jeder Schlauch unterliegt aufgrund der Pendelbewegung des Rotors Biegespannungen periodisch wechselnder Art; es fehlt hingegen die Torsionsspannung.

[0077] Die obige Verbindung trägt Mindestbeanspruchungen des Schlauches, die höchste Ausnützung des verfügbaren Raumes und die Abwesenheit von Interferenzen zwischen den verschiedenen Bestandteilen.

[0078] Die Figuren 12) und 14) heben hervor, daß die Anwesenheit im Stützrahmen von zwei Drehwellen der Rotoren die folgenden Vorteile aufweist: 1) die Vermeidung der Verwendung von Verbindungsstücken mit Bögen zu 180° zur Verbindung von zwei zweiphasigen Schaltungen, mit kleineren hydraulischen Verlusten und kleineren Herstellungskosten; 2) die Anordnung des Einganges und des Ausganges der Pumpe an entgegengerichteten Seiten des Stützrahmens, anstatt an einer einzigen Seite. Das System 'Kurbelstange-Kurbel' erfordert eine einzige Kurbelwelle für die Pendelbewegung von mehreren an zwei parallelen Wellen angeordneten Rotoren; während das System 'geführtes Lager' so viele Wellen der Kurbeln erfordert, wie die Schwenkwellen der Rotoren sind. Daher ist das System 'geführtes Lager' nur besonders vorteilhaft bei einer einzigen Schwenkwelle der Rotoren.

C.5) Durch ein 'geführtes Lager' erzeugte Pendelbewegung des Rotors.

[0079] Ein zum System Kurbelstange-Kurbel alternatives System zur Erzeugung eines Bereiches von Wirbelbeschleunigungen, geeignet für den Betrieb der oben beschriebenen Pumpen.

[0080] Die Hauptbestandteile sind (siehe Fig. 19): a) ein Rotor Nr. 2, der auf einer am Stützrahmen befestigten Welle 15 pendelt; b) eine Kurbelwelle Nr. 4, deren Achse parallel zur Drehachse des Rotors ist; sie ist seitlich mit einem Motor verbunden, läuft auf am Stützrahmen befestigten Lagern um und durchquert den Rotor, wobei Interferenzen mit anderen Bestandteilen vermieden werden; c) zwei Kurbeln 5, deren Bolzen 7 mit dem Lager 9 verbunden ist, sie drehen sich außerhalb der Führungen 45 und besitzen auch die Aufgabe, die exzentrischen Massen des Lagers und des Kurbelbolzens auszugleichen; d) zwei parallele Führungen 45, die am Rotor starr befestigt sind und zwischen den Kurbeln angeordnet sind. Zwischen der Führungen ist das Lager zwischengeschaltet. Die Innenflächen der Führungen sind geschliffen und gehören zwei parallelen Ebenen an, von denen jede von der Drehachse des Rotors um eine Länge beabstandet ist, die gleich dem Radius des Außenringes des Lagers plus die Toleranz ist, die notwendig ist, um dem Außenring zu erlauben, auf einer Führung unabhängig von der anderen umzulaufen. Auf diese Weise dreht sich bei jeder Umdrehung der Welle 4 der Außenring des Lagers alternativ auf der einen der beiden Führungen mit identischem Drehsinn, indem dem Rotor eine Pendelbewegung übertragen wird.

[0081] Den parallelen Achsen der Wellen 4, 7 und 15 gehören in der Reihenfolge die Punkte O_1 , O , O_2 (siehe Fig. 19) an. Die Länge $\overline{O_1O}$ bildet den Arm der Kurbel. Die Längen $\overline{O_1O}$ und $\overline{O_1O_2}$ sind in Abhängigkeit der Weite des Winkels φ_0 bemessen, die für die Pendelbewegung des Rotors festgelegt wurde.

[0082] Das beschriebene System weist gegenüber dem System Kurbelstange-Kurbel den Vorteil eines geringeren Platzbedarfes und geringerer Kosten auf. Es kann mehrere Rotoren verschwenken, die auf einer einzigen Welle verschwenkt werden und ist für ein weites Gebiet von Anwendungen für die oben beschriebenen Pumpen geeignet.

Patentansprüche

1. Aus einem Mechanismus bestehende, einem System von Rohrschaltungen Rotorträgheitskräfte periodischer Art übertragende Pumpe, die in der in ihnen enthaltenen Flüssigkeit einen Druck und eine Förderleistung kontinuierlichen Charakters entwickeln, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohrschaltungen derart angeordnet sind, daß ein oder zwei Paare von identischen, zweiphasigen Schaltungen gebildet werden; wobei jede zweiphasige Schaltung aus zwei parallelen, identischen Rohrschaltungen (C_i e C_i') besteht, die gemeinsam ein Eingangsrohr (E_i) und ein Ausgangsrohr (U_i) der Flüssigkeit besitzen; wobei sie ausgehend vom Eingang jeweils mit linksgängigem und rechtsgängigem Sinn gewickelt sind; und wobei im Bereich des Einganges, am Anfang einer jeden Schaltung, ein gleichsinniges Ventil angebracht ist, das nur die Flüssigkeitsbewegung vom Eingang bis zum Ausgang erlaubt; wobei die zweiphasige Schaltung an einem Rotor derart starr befestigt ist, daß die Projektionsfläche (S_0) der Rohrschaltungen (C_i und C_i') auf einer Ebene identisch und maximal ist, die zur Drehachse des Rotors senkrecht liegt; wobei dieser Rotor durch ein System Kurbelstange-Kurbel oder durch ein anderes geeignetes System einer periodischen Pendelbewegung unterliegt, die Einfachheits halber als sinusförmig angenommen wird; wobei bei der Annahme, daß $\theta=0^\circ$ der Drehwinkel der Kurbel ist, für welche die Drehgeschwindigkeit des Rotors positiv und maximal ist, folgt, daß im Intervall $\theta(0^\circ; 180^\circ)$ der Drehung der Kurbel die Flüssigkeit der Schaltung (C_i) in jedem Punkt einer elementaren, positiven Trägheitskraft unterliegt, deren höchste Resultierende in (U_i) zwischen den Querschnitten (U_i und E_i) eine Druckdifferenz entwickelt, die ausgedrückt wird durch:

$$p_{G_i} = 2\rho S_0 \varphi_0 \dot{\theta}^2 \sin\theta > 0 ;$$

wobei die Flüssigkeit der Schaltung (C_i') auf ähnliche Weise in $\theta (180^\circ; 360^\circ)$ eine Druckdifferenz

$$p_{G_i'} = -2\rho S_0 \varphi_0 \dot{\theta}^2 \sin\theta > 0$$

entwickelt; wobei somit in $\theta (180^\circ; 360^\circ)$ die entwickelte Druckdifferenz ist:

$$p_G = p_{G_i} + p_{G_i'} = 2\rho S_0 \varphi_0 \dot{\theta}^2 |\sin\theta|$$

wo $|\sin\theta|$ der absolute Wert von $\sin \theta$ ist; wobei die zweiphasige Schaltung eine grundsätzliche Rolle für den Betrieb der Pumpe ausführt; nämlich: a) sie entwickelt in $\theta (0^\circ; 360^\circ)$, unabhängig vom Vorzeichen der Drehbeschleunigung des Rotors zwischen dem Ausgang (U_i) und dem Eingang (E_i) der zweiphasigen Schaltung den oben beschriebenen Druck, der leicht einstellbar ist, indem die Größen S_0 , φ_0 , θ geändert werden: b) die Reihe von zwei identischen, zweiphasigen Schaltungen, die einer periodischen Beschleunigung mit identischer Frequenz und relativer Phase $0^\circ, 90^\circ$ unterliegen, erlaubt ist, die zweiphasige Pumpe zu erhalten; c) die Parallelschaltung von zwei zweiphasigen, identischen Pumpen, gebildet durch vier zweiphasige, zweckmäßige Phasen verschobene Schaltung, bildet die vierphasige Pumpe.

2. Pumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jede zweiphasige Schaltung aus zwei aktiven Schaltungen besteht, die aus einem Rohr erhalten werden, bei dem die Achse gemäß einem Kreis gekrümmt ist, indem, in diametral entgegengesetzten Stellungen, der gemeinsame Eingang und Ausgang an den beiden aktiven Schaltungen abgeleitet ist; wobei im Bereich des Einganges die beiden gleichsinnigen Ventile mit Zustimmungssinn in Richtung des Ausganges eingebaut sind; wobei der Eingang und der Ausgang auf den beiden entgegengesetzten Seiten der Schaltung mit Verwendung von zwei Verbindungsstücken übergehen, deren Endachsen die Drehachse des Rotors senkrecht überschneiden; wobei die Schaltung an jeder Stelle Trägheitskräfte entwickelt, die parallel zu ihrer Achse sind.

3. Pumpe nach den vorstehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß jede zweiphasige Schaltung aus zwei

aktiven Schaltungen besteht, die durch Rohrabschnitte mit einer längs einer zylinderförmigen Spirale gewickelten Achse derart erhalten werden, daß vor allem der gemäß der Drehachse des Rotors verfügbare Raum ausgenützt wird.

- 5 4. Pumpe nach den vorstehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß jede zweiphasige Schaltung aus aktiven Schaltungen besteht, die durch ein Rohr erhalten werden, dessen Achse gemäß einem zylinderförmigen Spiralabschnitt gebogen ist, mit einer ungeraden Anzahl von Windungen; wobei die aktiven Schaltungen in der mittigen Stellung des genannten Abschnittes ausgehen, von dem der Eingang der zweiphasigen Schaltung abgeleitet ist; wobei der Ausgang vom die beiden Enden der Spirale verbindenden Rohr abgeleitet ist; wobei der Eingang und der Ausgang der zweiphasigen Schaltung auf zwei gegenüber der Achse der Schaltung entgegengesetzten Ebenenhälften angeordnet sind; wobei die gleichsinnigen Ventile rechts und links des Einganges mit Zustimmungssinn in Richtung des Ausganges angeordnet sind.
- 10
- 15 5. Pumpe nach den vorstehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß jede zweiphasige Schaltung aus zwei aktiven Schaltungen besteht, die gemäß einer ungeraden Zahl von übereinander liegenden zylinderförmigen Spiralabschnitten derart gekrümmt ist, daß zwei aufeinander folgende Abschnitte mit identischem Sinn und einem Winkel eines gegenüber einem zur Spiralenachse parallelen Versor entgegengerichteten Vorschubes aufgewickelt sind; wobei ihre Verbindung durchgeführt wird, indem das Ende des darunterliegenden Abschnittes mit dem Anfang des darüberliegenden Abschnittes verbunden werden; wobei jeder Abschnitt eine Anzahl von Windungen $n_s = K+0,5$ besitzt, wo K eine gerade Zahl ist; wobei nach Drehung von 180° einer der beiden identischen, aktiven Schaltungen um eine zur gemeinsamen Achse senkrechten Gerade von den beiden inneren und äußeren zweckmäßiger Weise angeordneten Enden der Eingang und der Ausgang der zweiphasigen Schaltung abgeleitet ist, die eine Position an zwei gegenüber der Achse der erhaltenen zweiphasigen Schaltung entgegengesetzten und parallelen Geraden einnehmen; wobei rechts und links des Einganges, die beiden gleichsinnigen Ventile mit Zustimmung in Richtung des Ausganges eingebaut sind.
- 20
- 25
- 30 6. Pumpe nach den vorstehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß jede zweiphasige Schaltung aus zwei aktiven Schaltungen besteht, die durch Rohrabschnitte erhalten werden, deren Achse gemäß einer Spirale von Archimedes derart gekrümmt ist, daß vor allem der gemäß dem Rotorradius verfügbare Raum ausgenützt wird.
- 35 7. Pumpe nach den vorstehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß jede zweiphasige Schaltung aus zwei aktiven, von einem Rohr erhaltenen Schaltungen besteht, deren Achsen jeweils gemäß einem rechtsgängigen und einem linksgängigen Abschnitt einer Spirale von Archimedes gebogen sind, die beide identischen Querschnitt, Länge und Fläche S_0 aufweisen und aus einer Anzahl von Windungen $n_s = K+0,5$ zusammengesetzt sind, wo K eine ganze Zahl ist, um den Eingang und den Ausgang der zweiphasigen Schaltung an abgewandten Radien zu ermöglichen; wobei die beiden Schaltungen derart aneinanderliegen, daß die Eingänge aneinandergrenzen, im Bereich derer, die einsinnigen Ventile eingebaut sind und die Ausgänge der beiden aktiven Schaltungen angrenzend sind, von deren Verbindung der Eingang und der Ausgang der zweiphasigen Schaltung abgeleitet ist.
- 40 8. Pumpe nach den vorstehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß jede zweiphasige Schaltung aus zwei aktiven Schaltungen besteht, die aus einem Rohr erhalten werden, dessen Achse gemäß einer ungeraden Zahl von identischen Abschnitten einer Spirale von Archimedes gekrümmt ist, die in Reihe geschaltet sind und die folgenden Merkmale besitzen: a) die Anzahl der Windungen eines jeden Abschnittes ist $n_s = K+0,5$; b) die aufeinanderfolgenden Abschnitte besitzen Eingänge und Ausgänge, die alternativ innen und außen liegen und einen Radius der Windungen, der wechselweise mit der Zunahme des Aufwickelwinkels zunimmt und abnimmt; c) der Aufwickelwinkel nimmt ausgehend vom Eingang mit Gegenuhrzeigersinn für die Abschnitte der Schaltung (C_i) und mit Uhrzeigersinn für die Abschnitte von (C_i) zu; d) die Abschnitte einer jeden Reihe sind in Reihenfolge im Bereich des Ausganges des einen und des Einganges des darauffolgenden aneinanderliegend und verbunden; wobei der Eingang und der Ausgang der zweiphasigen Schaltung von der Verbindung der beiden Eingänge und der beiden Ausgänge der Schaltungen (C_i und C_i) abgeleitet sind, wobei im Bereich des Einganges die einsinnigen Ventile eingebaut sind; der Eingang und der Ausgang nehmen eine Stellung mit gegenüber der Achse der Schaltung entgegengerichteten Radien ein.
- 45
- 50 9. Pumpe nach den vorstehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß nur eine einzige Welle für die Pendelbewegung der Rotoren verwendet wird, auf denen die zweiphasigen Schaltungen starr befestigt sind, die für den Betrieb der zweiphasigen, vierphasigen und polyfunktionalen Pumpen notwendig sind.
- 55 10. Pumpe nach den vorstehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß zwei parallele Wellen verwendet wer-

den, auf denen jeder die Hälfte der Rotoren der Pumpe pendelt; wobei auf diesen die zweiphasigen Schaltungen starr befestigt sind, die für den Betrieb der zweiphasigen, vierphasigen und polyfunktionellen Pumpen notwendig sind.

- 5 11. Pumpe nach den vorstehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß das Paar von Rotoren (R_1 und R_2) einer periodischen Pendelbewegung mit identischer Frequenz und relativer Phase $\theta = 0^\circ, 90^\circ$ unterliegen.
12. Pumpe nach den vorstehenden Ansprüchen, gekennzeichnet durch eine Quaterne von Rotoren (R_1, R_2, R_{11}, R_{22}) die einer periodischen Pendelbewegung mit identischer Frequenz und relativer Phase $\theta = 0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$.
- 10 13. Pumpe nach den vorstehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß die zweiphasige Pumpe aus einer Reihe von zwei identischen, zweiphasigen Schaltungen besteht, die an den zuständigen, pendelnden Rotoren mit einer Phasendifferenz gleich 90° befestigt sind, wobei auf diese Weise am Eingang und am Ausgang der Pumpe zwei aktive Schaltungen mit relativer Phase von 0° und 180° vorhanden sind.
- 15 14. Pumpe nach den vorstehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß die vierphasige Pumpe aus der Parallelschaltung von zwei zweiphasigen Pumpen besteht, die mit vier identischen zweiphasigen Schaltungen ausgeführt ist, die auf den zuständigen Rotoren befestigt sind; wobei der Eingang der Pumpe aus der Parallelschaltung der zweiphasigen Schaltungen (CB_1 und CB_{22}) besteht und der Ausgang aus der Parallelschaltung von CB_2 und CB_{11} , derart, daß sowohl am Eingang als am Ausgang der Pumpe vier aktive Schaltungen mit relativer Phase $\theta = 0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$ anwesend sind.
- 20 15. Pumpe nach den vorstehenden Ansprüchen, gekennzeichnet durch eine polifunktionelle Pumpe, bestehend aus mehreren zweiphasigen und vierphasigen Pumpen mit zweiphasigen Schaltungen, die an den zuständigen Rotoren befestigt sind.
- 25 16. Pumpe nach den vorstehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindung der beweglichen Eingangs- und Ausgangsverbindungsstücke einer jeden zweiphasigen, an einem Rotor befestigten Schaltung, mit den entsprechenden am Stützrahmen gebundenen festen Verbindungsstücken unter Verwendung von Schläuchen auf folgende Weise durchgeführt wird: 1) die Achsen der beweglichen Eingangs- und Ausgangsverbindungsstücke haben jeweils einen Anfang in zwei zur Drehachse des Rotors entgegengesetzten ebenen Hälften; 2) die genannte Achsen gehören zusammen mit den Achsen der entsprechenden festen Verbindungsstücke und der entsprechenden Verbindungsschläuche, zwei verschiedenen Ebenen an, die zur genannten Drehachse senkrecht sind; 3) die beiden festen Eingangs- und Ausgangsverbindungsstücke sind an zwei entgegengesetzten Seiten des Stützrahmens befestigt und derart angeordnet, daß im Bereich der Höchstgeschwindigkeit des Rotors ihre Achsen mit den Achsen der entsprechenden, beweglichen Verbindungsstücke zusammenfallen; 4) der Verlauf der Schläuche kann geradlinig oder gekrümmt mit einem oder mehreren Höchstwerten sein.
- 30 17. Pumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Verschwenkmechanismus des Rotors besteht aus: a) aus einer Kurbelwelle mit einer Achse die zur Achse des Rotors parallel ist und auf am Stützrahmen befestigten Lagern sich dreht; b) einem Paar von Kurbeln, an deren Bolzen ein Lager angebracht ist; c) zwei parallelen, am Rotor in einer zu seiner Drehachse symmetrischen Position starr befestigten Führungen, zwischen denen ein Lager derart angeordnet ist, daß bei Drehung der Kurbelwelle des Lagers dem Rotor eine Pendelbewegung überträgt.
- 35 40 45 50 55

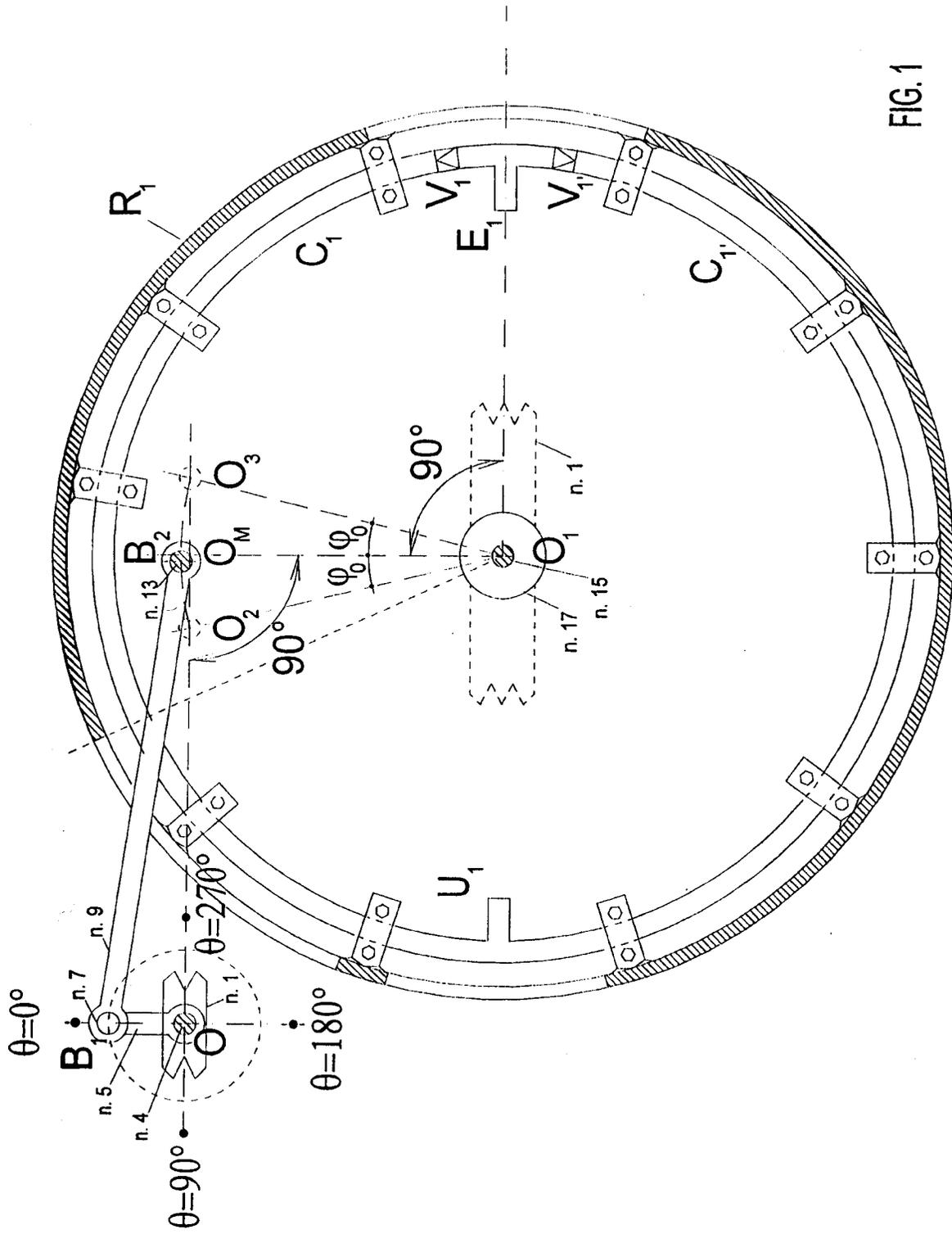


FIG. 1

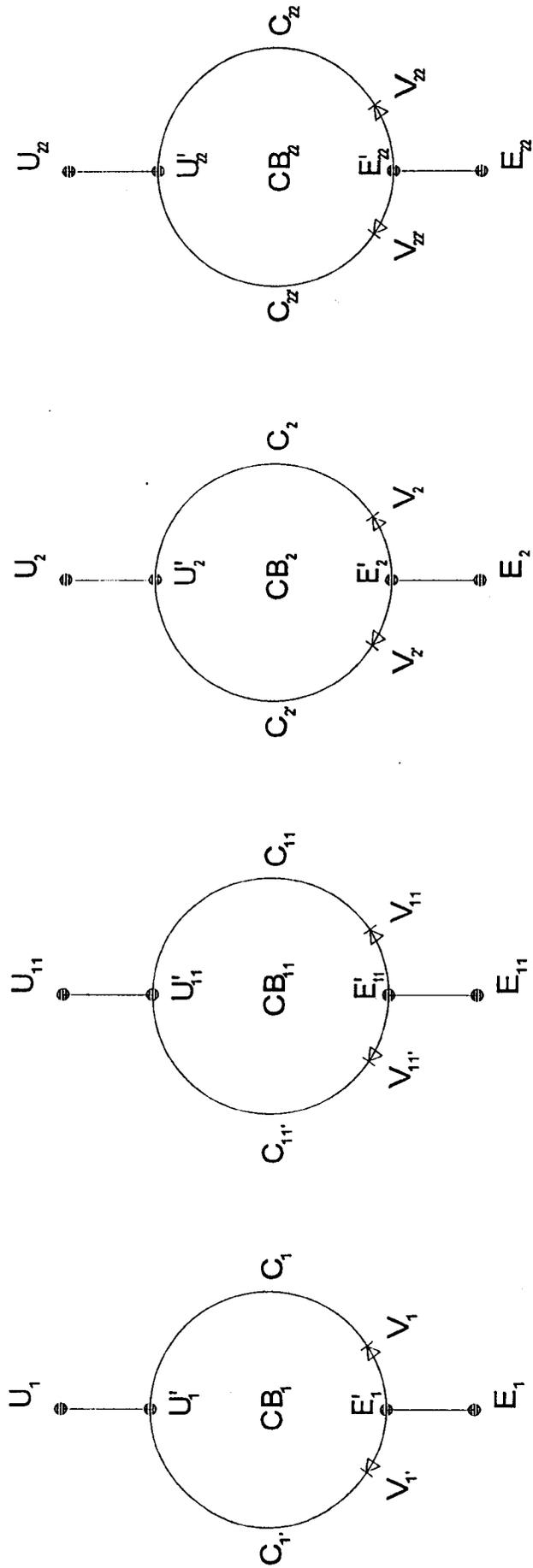


FIG. 2

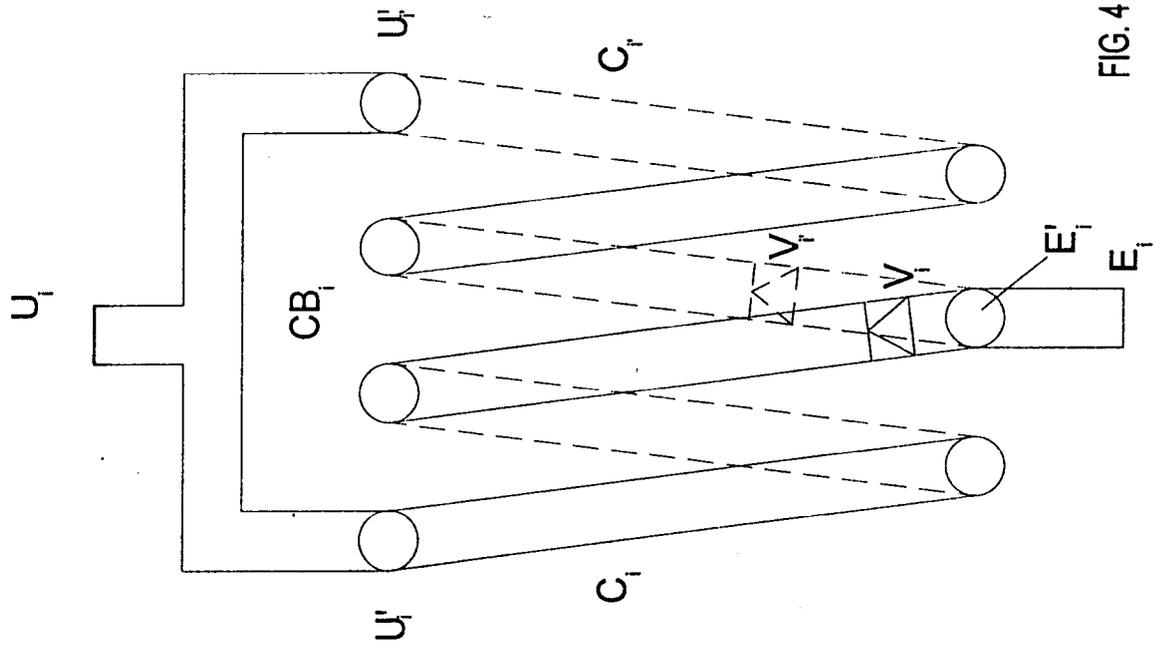


FIG. 3

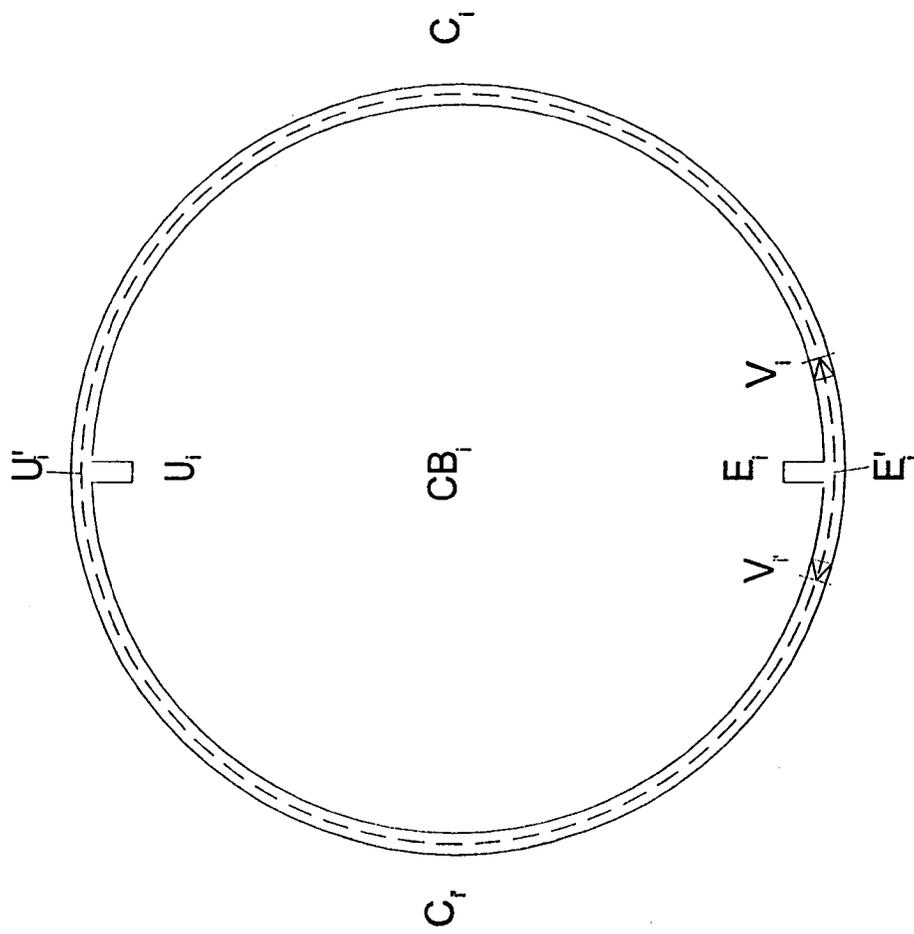


FIG. 4

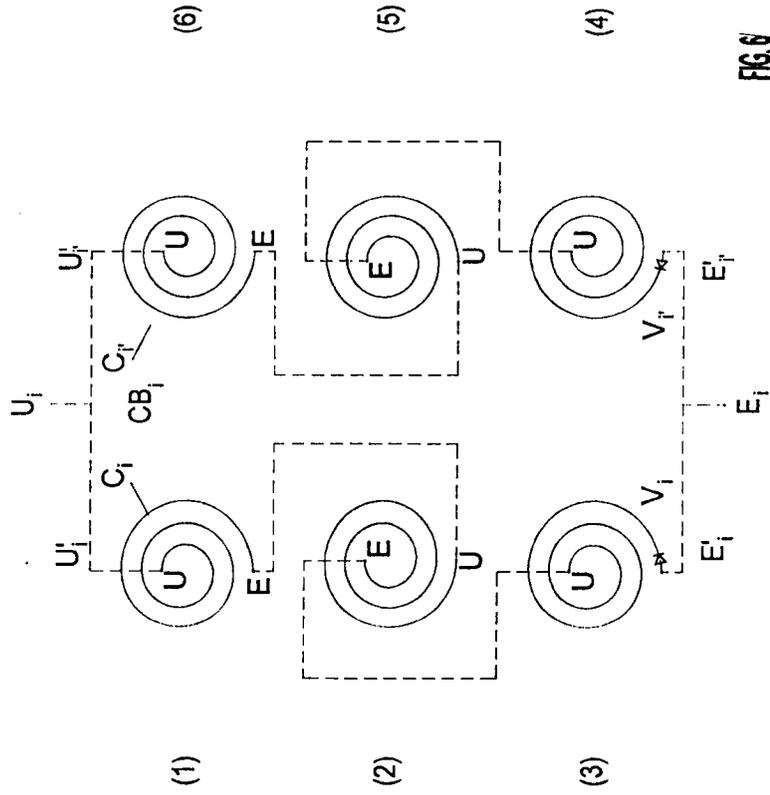


FIG. 6

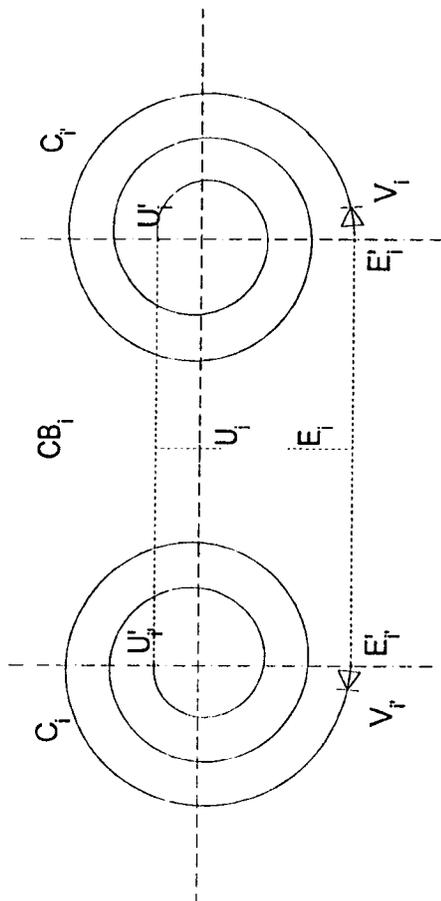


FIG. 5

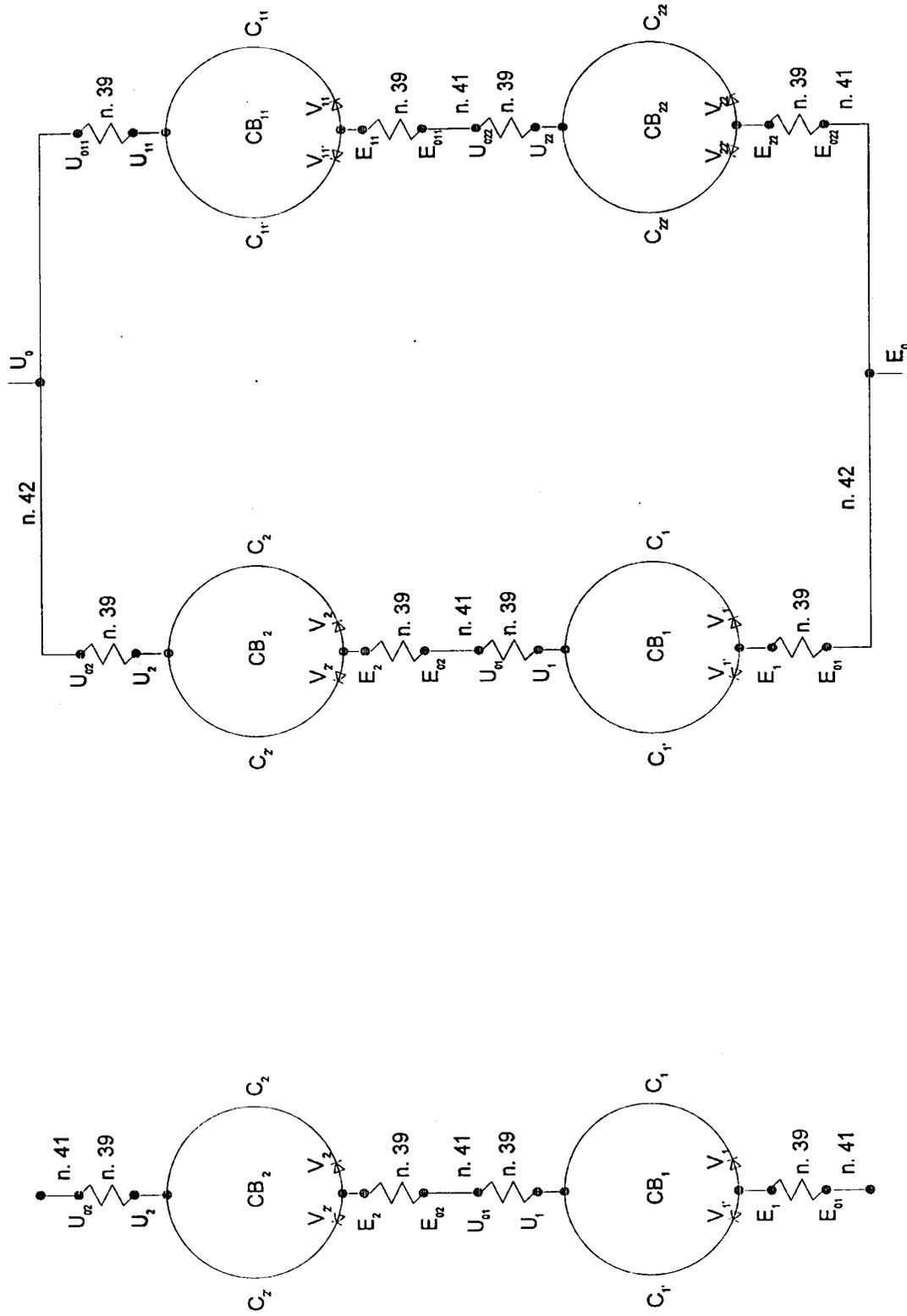


FIG. 8

FIG. 7

FIG. 9

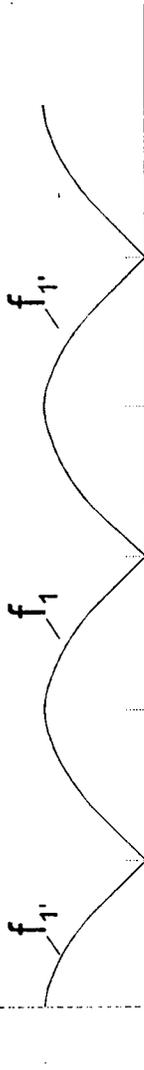


FIG. 10

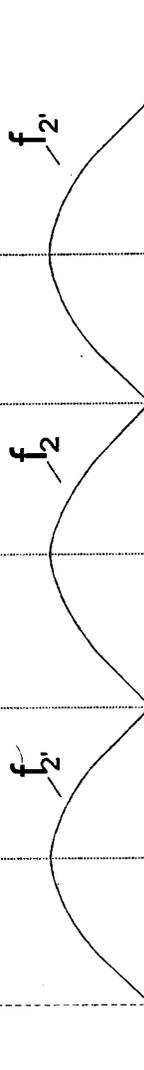
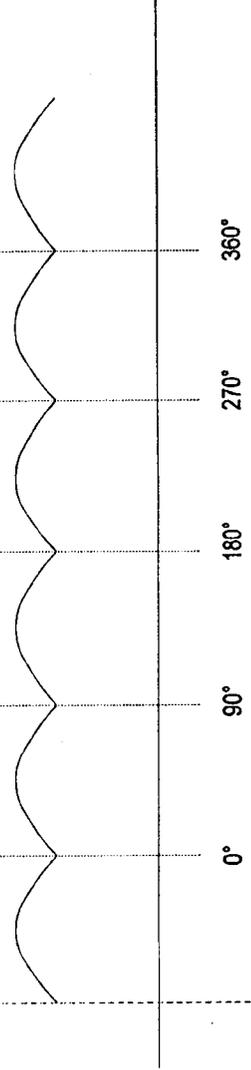


FIG. 11



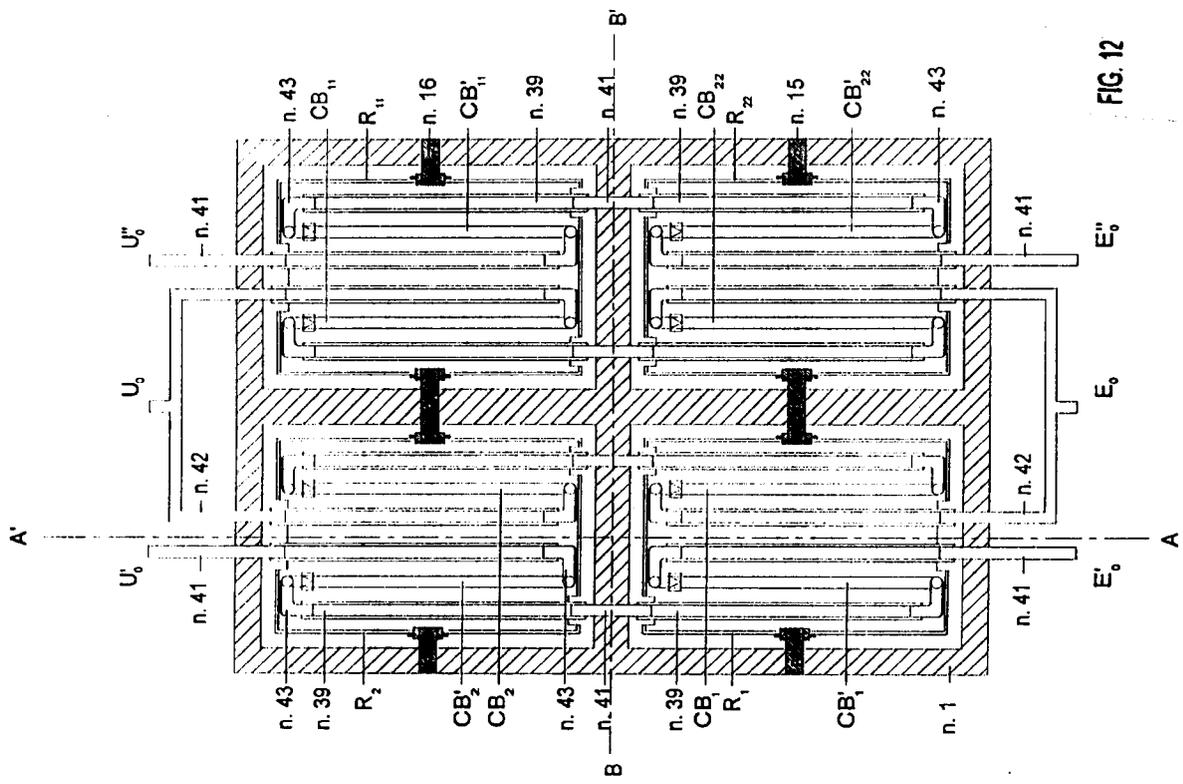


FIG. 12

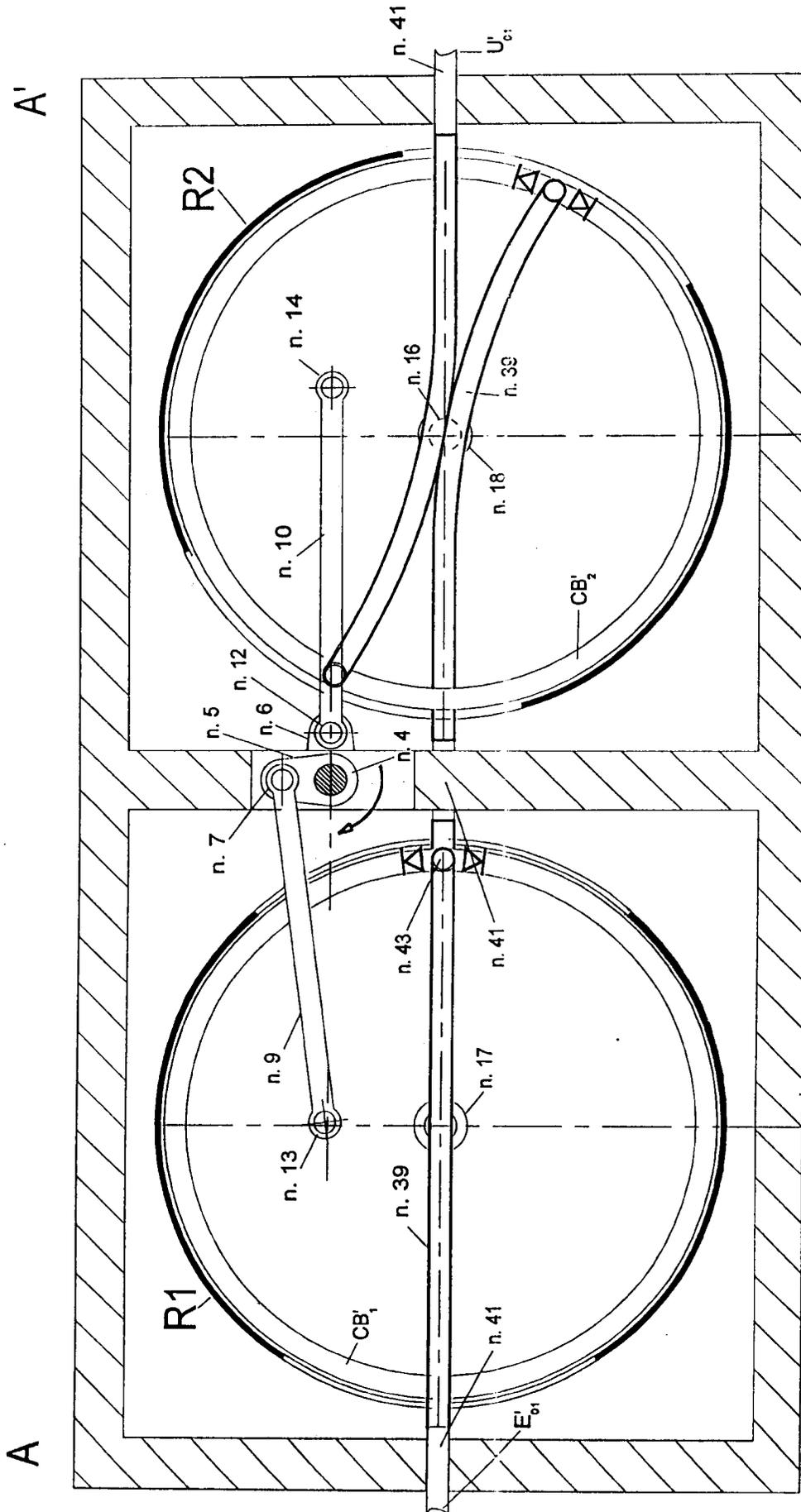


FIG. 13

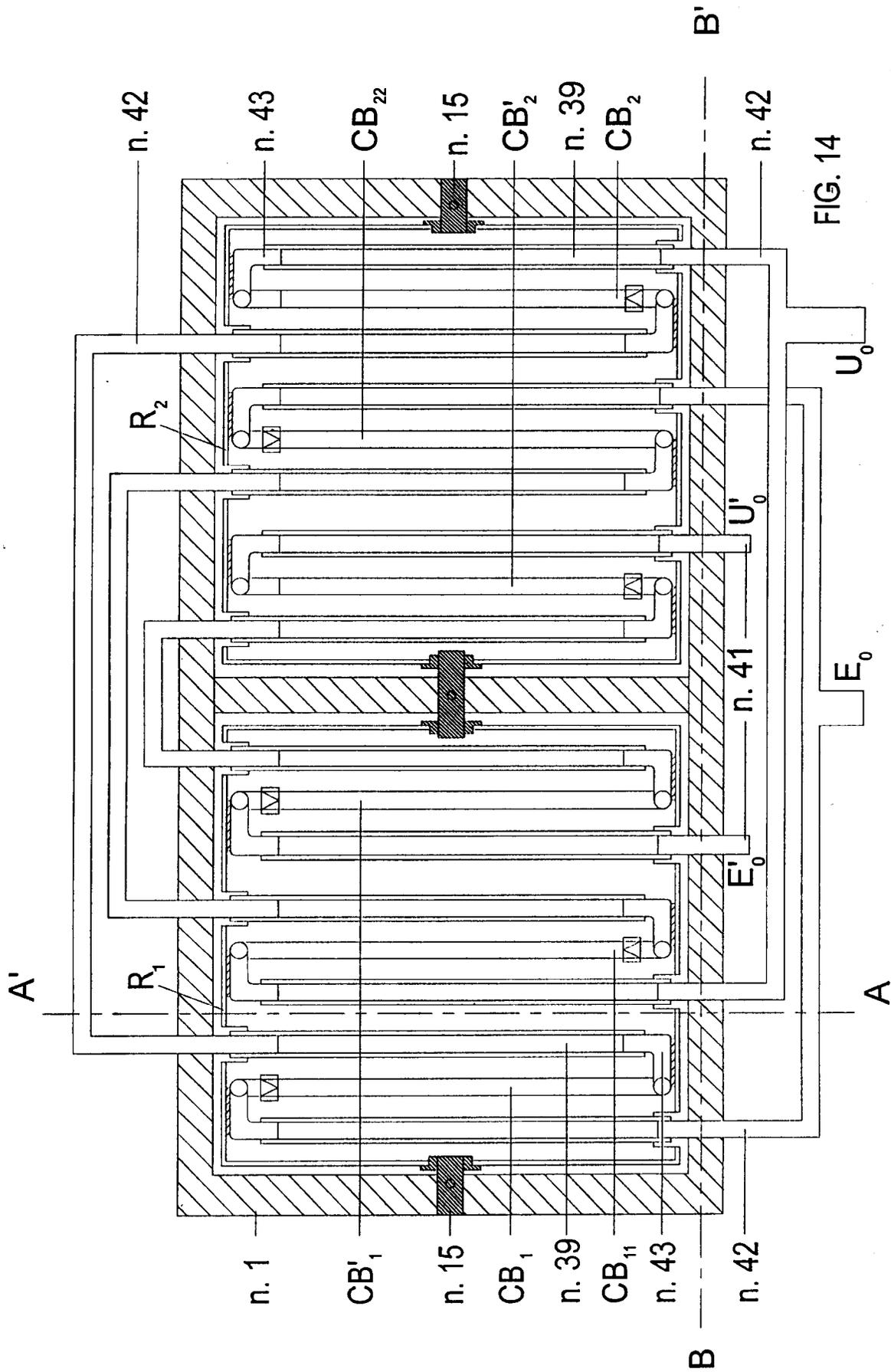


FIG. 14

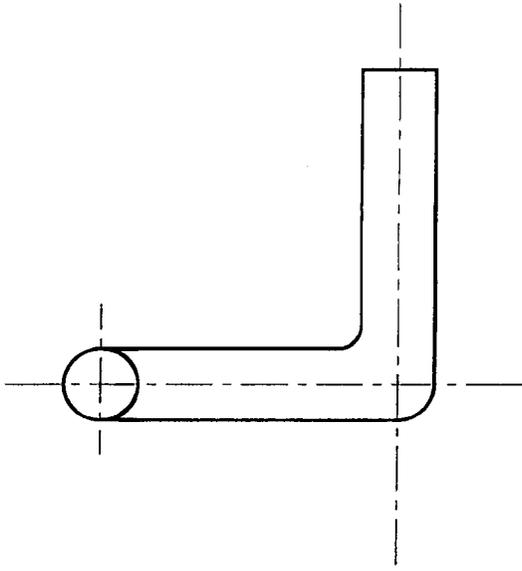


FIG. 16

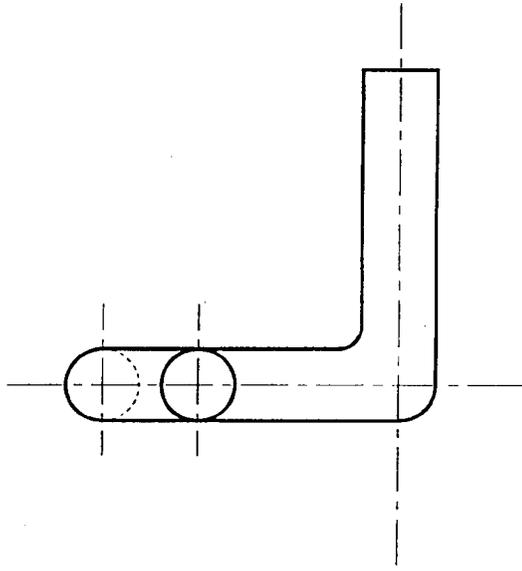
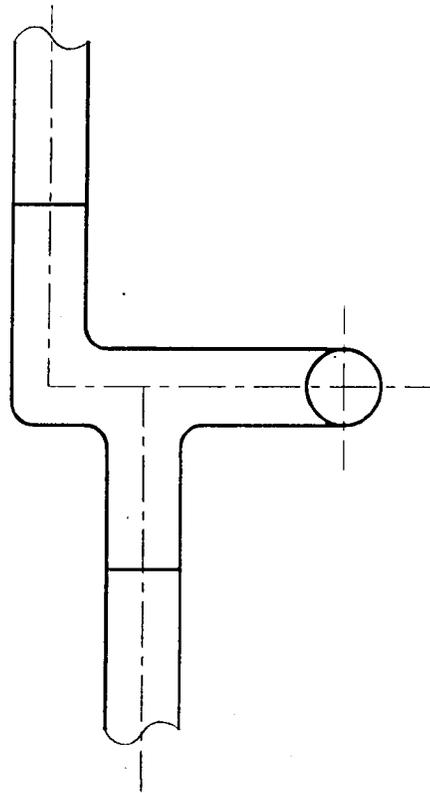
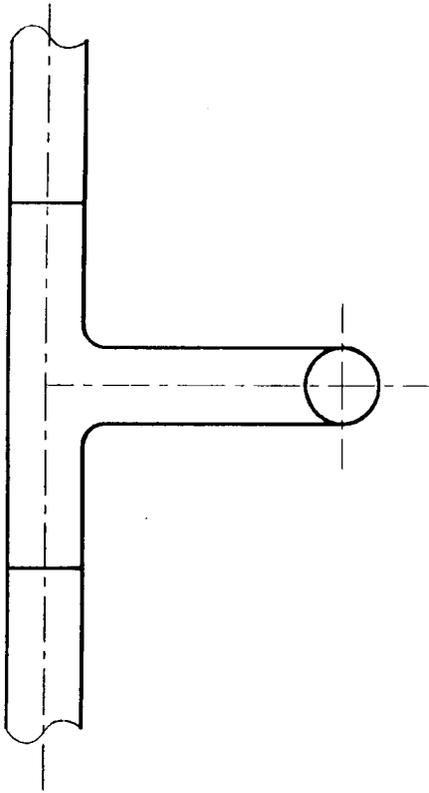


FIG. 17



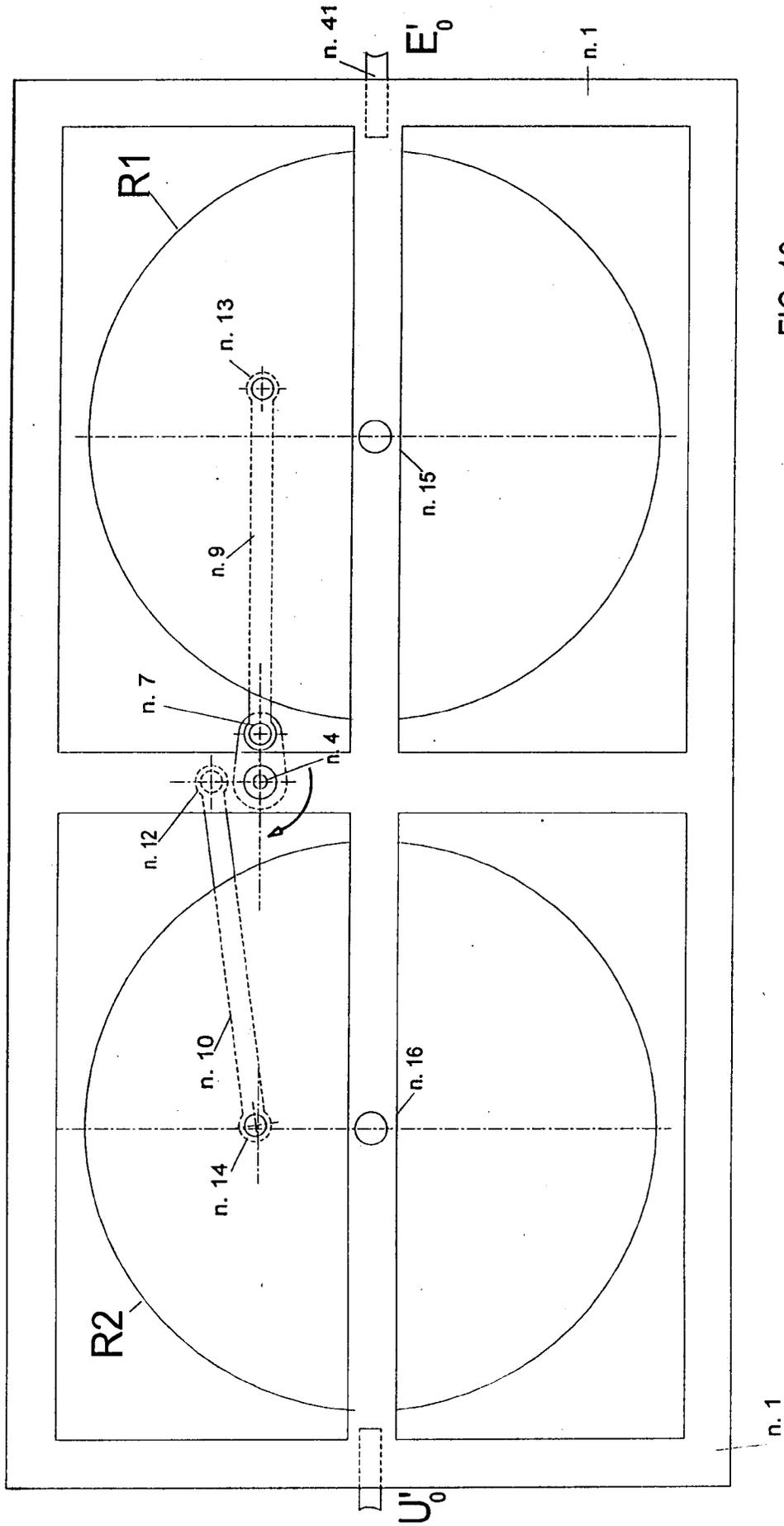


FIG. 18

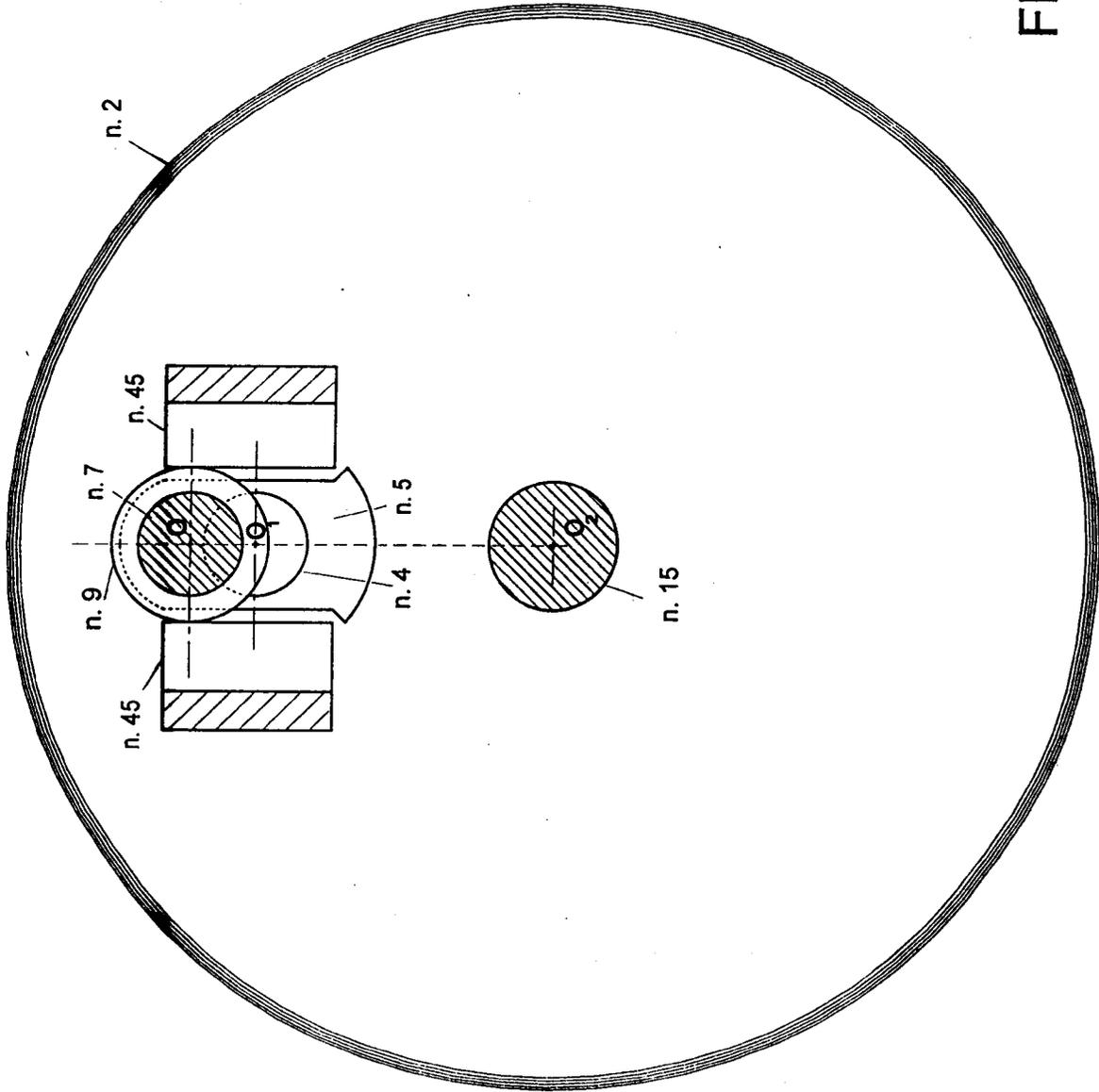


FIG. 19



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 99 20 1055

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	US 3 617 153 A (MOWRY ROBERT C) 2. November 1971 (1971-11-02) * das ganze Dokument * ---	1	F04D33/00 F04F7/00
A	US 2 918 875 A (FISHER) 29. Dezember 1959 (1959-12-29) * das ganze Dokument * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F04D F04F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 10. September 1999	Prüfer Zidi, K
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument</p> <p>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C003)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 20 1055

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

10-09-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 3617153 A	02-11-1971	KEINE	
US 2918875 A	29-12-1959	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82