

# EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

②① Anmeldenummer: 81109942.3

⑤① Int. Cl.<sup>3</sup>: **F 15 B 11/04**

②② Anmeldetag: 27.11.81

③① Priorität: 27.11.80 DE 3044675

⑦1 Anmelder: **Leybold-Heraeus GmbH, Bonner Strasse 504 Postfach 51 07 60, D-5000 Köln 51 (DE)**

Veröffentlichungstag der Anmeldung: 09.06.82  
Patentblatt 82/23

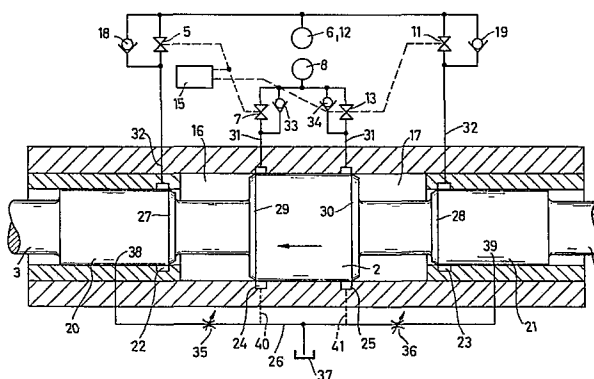
**(72)** Erfinder: **Bubeck, Friedrich, August Bebel-Strasse 54, D-7530 Pforzheim (DE)**  
Erfinder: **Polhede, Wilhelm, August Bebel-Strasse 19, D-6454 Bruchköbel (DE)**  
Erfinder: **Reimpell, Uwe, Dr., Burgallee 36, D-6450 Hanau-Wilhelmsbad (DE)**  
Erfinder: **Stark, Friedrich, Schliesshütte 39, D-6456 Langenselbold (DE)**

⑧ Benannte Vertragsstaaten: CH FR GB IT LI

⑦4 Vertreter: Leineweber, Jürgen, Dipl.-Phys., Bonner  
Strasse 504 Postfach 51 07 60, D-5000 Köln 51 (DE)

**54) Verfahren zur Steuerung eines hydraulischen Antriebs und für die Durchführung dieses Steuerungsverfahrens geeigneter hydraulischer Antrieb.**

57) Bei einem Verfahren zur Steuerung eines hydraulischen Antriebs z.B. für das Verschlussglied eines Schiebers oder eines Ventils und bei einem für die Durchführung dieses Steuerungsverfahrens geeigneten hydraulischen Antrieb (vgl. Fig. 4) wird während der Bewegung des Kolbens (2) von seiner einen Endlage in seine andere Endlage eine Druckmittelumsteuerung vorgenommen, und zwar derart, dass zunächst der sich während der Kolbenbewegung vergrößernde Raum zur Beschleunigung des Kolbens mit Druck beaufschlagt wird; nachdem der Kolben etwa seinen halben Weg zurückgelegt hat, erfolgt die Druckmittelumsteuerung, indem der sich vergrößernde Raum druckentlastet und der sich verkleinernde Raum zur Abbremsung des Kolbens mit Druck beaufschlagt wird.



LEYBOLD-HERAEUS GMBH

Köln-Bayental

5

Verfahren zur Steuerung eines hydraulischen Antriebs und für die Durchführung dieses Steuerungsverfahrens geeigneter hydraulischer Antrieb

10

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Steuerung eines hydraulischen Antriebs mit einem Hydraulikzylinder, einem Hydraulikkolben und mindestens einem Druckmittelspeicher. Außerdem betrifft die Erfindung einen hydraulischen Antrieb, der für die Durchführung dieses Steuerungsverfahrens besonders geeignet ist.

15

Die Schnelligkeit, mit der hydraulisch betätigte Vorgänge ablaufen, ist im wesentlichen durch die während des Stellvorgangs zu beschleunigende und wieder abzubremsende Masse bestimmt. Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Steuerung eines hydraulischen Antriebs anzugeben, das es ermöglicht, relativ große Massen in einfacher Weise hydraulisch zu verstellen. Ein weiteres Ziel der Erfindung liegt darin, einen möglichst schnellen Ablauf des Stellvorgangs zu erreichen.

20

25

Zur Lösung der gestellten Aufgabe wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß während der Bewegung des Hydraulikkolbens von seiner einen Endlage in seine andere Endlage im Hydraulikzylinder eine Druckmittelumsteuerung vorgenommen wird, und zwar derart, daß zunächst der sich während der Kolbenbewegung vergrößernde Raum zur Beschleunigung des Kolbens mit Druck beaufschlagt wird und daß vor dem Eintreffen des Kolbens in seiner anderen Endlage dieser Raum druckentlastet und der sich verkleinernde Raum zur Abbremsung des Kolbens mit Druck beaufschlagt wird. Ein wesentliches Merkmal dieses Steuerungsverfahrens ist der Einsatz des Verzögerungsdruckes zur Abbremsung des Kolbens und der

30

35

damit verbundenen, zu verstellenden Masse. Durch einen  
5 derartigen Druckeinsatz erübrigen sich andere Mittel zur  
Abbremsung von Kolben und Stellmasse, so daß eine relativ  
einfache Realisierung der Erfindung möglich ist.

Besonders zweckmäßig ist es, wenn die Umsteuerung zu einem  
Zeitpunkt erfolgt, in dem der Kolben etwa seinen halben  
10 Weg zurückgelegt hat, und wenn der Beschleunigungsdruck und  
der Verzögerungsdruck etwa gleich sind. In einem solchen  
Fall ist nur ein Druckmittelspeicher erforderlich.

Weiterhin ist es zweckmäßig, daß mindestens ein Hochdruck-  
15 speicher und ein Niederdruckspeicher vorgesehen sind und  
daß der sich vergrößernde Raum jeweils nach der Beschleuni-  
gungsphase mit dem Niederdruckspeicher verbunden wird.  
Dadurch füllt sich der sich vergrößernde Raum nach der  
Beschleunigungsphase mit Hydraulikflüssigkeit, ohne daß  
20 störende Kavitationen auftreten.

Der Ablauf des Stellvorganges kann dadurch beschleunigt  
werden, daß die Umsteuerung selbsttätig abläuft. Wegaufnehmer  
zur Erfassung von Positionen und z. B. dadurch betätigte  
25 Magnetventile mit unvermeidlichen Totzeiten können dann  
entfallen.

Ein hydraulischer Antrieb, welcher zur Durchführung des  
erfindungsgemäßen Steuerungsverfahrens besonders geeignet  
ist, ist dadurch gekennzeichnet, daß jede Seite des  
30 Hydraulikzylinders mit einem Druckmittelspeicher verbindbar  
ist und daß Mittel zur Umsteuerung dieser Verbindungen  
während der Bewegung des Hydraulikkolbens von seiner einen  
Endlage in seine andere vorgesehen sind. Diese Mittel zur  
Umsteuerung können in vielfältiger Weise ausgebildet sein.  
35 Auf die nachfolgende Beschreibung von Ausführungsbeispielen  
wird Bezug genommen.

5 Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sollen anhand der Figuren 1 bis 4 erläutert werden. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung, anhand der das Prinzip erläutert wird,

10 Figuren 2 und 3 Diagramme über Bewegungsabläufe, die mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens bewirkt werden können, und

Figur 4 ein spezielles Ausführungsbeispiel für einen für die Durchführung des erfindungsgemäßen  
15 Steuerungsverfahrens geeigneten hydraulischen Antrieb.

Bei der Prinzip-Darstellung nach Figur 1 sind der Hydraulikzylinder mit 1, der darin verschiebbar angeordnete  
20 Hydraulikkolben mit 2 und die über eine Kolbenstange 3 mit dem Kolben 2 verbundene Stellmasse mit 4 bezeichnet.

4 kann z. B. das Verschlußglied eines Schiebers oder eines Ventiles sein. Die linke Seite des Zylinders 1 ist über ein Ventil 5 mit einem Hochdruckspeicher 6 und über ein  
25 Ventil 7 mit dem Niederdruckspeicher 8 verbunden. Das Ventil 7 ist mittels eines Rückschlagventils 9 überbrückt, das derart eingebaut ist, daß der Druck des Speichers 6 nicht im Niederdruckspeicher 8 auftritt.

30 In entsprechender Weise ist die rechte Seite des Zylinders 1 über ein Ventil 11 mit einem weiteren Hochdruckspeicher 12 und über das Ventil 13 mit dem Niederdruckspeicher 8 verbunden. Das das Ventil 13 überbrückende Rückschlagventil ist mit 14 bezeichnet. Die Ventile 5, 7, 11 und 13 sind automa-  
35 tisch betätigbar, und zwar mit Hilfe des als Block dargestellten Steuergerätes 15. Parallel zu den Ventilen 5 und 11 sind schließlich noch die in Richtung zu den jeweiligen Hochdruckspeichern 6 bzw. 12 zu Öffnenden Rückschlagventile 18 und 19 vorgesehen.

5 Die Bewegung des Kolbens 2 mit der Masse 4 aus seiner  
linken Endlage in seine rechte Endlage geschieht folgender-  
maßen: Von den zunächst geschlossenen Ventilen werden  
zur Zeit  $t_0$  das Ventil 5 zum Hochdruckspeicher 6 und das  
Ventil 13 zum Niederdruckspeicher 8 geöffnet. Dadurch  
10 erhöht sich der Druck im links vom Kolben 2 gelegenen  
Zylinderraum 16, so daß der Kolben 2 mit der Masse 4 nach  
rechts beschleunigt wird. Die im rechts vom Kolben 2 ge-  
legenen Zylinderraum 17 befindliche Hydraulikflüssigkeit  
strömt über das Ventil 13 in den Niederdruckspeicher ab.  
15 Durch das Rückschlagventil 9 sind der Hochdruckspeicher 6  
und der Niederdruckspeicher 8 voneinander getrennt. Während  
der Bewegung des Kolbens 2 mit der Masse 4 von links nach  
rechts wird zum Zeitpunkt  $t_1$  eine Umsteuerung des Druckes  
vorgenommen, und zwar derart, daß die Beschleunigungsphase  
20 beendet und die Verzögerungsphase begonnen wird. Dazu werden  
zum Zeitpunkt  $t_1$  die Ventile 5 und 13 geschlossen. Der  
Zylinderteilraum 16 wird dadurch druckentlastet. Das infolge  
der Weiterbewegung des Kolbens 2 im Raum 17 verdrängte  
Ölvolumen fließt über das Rückschlagventil 19 in den  
25 Hochdruckspeicher 12. Der dadurch erzeugte Hochdruck im  
Zylinderraum 17 bewirkt die gewünschte Verzögerung des  
Kolbens 2 mit der Masse 4. Infolge des Rückschlagventils 9  
ist sichergestellt, daß im Teilraum 16 keine störenden  
Kavitationen auftreten. Über das Rückschlagventil 9 füllt  
30 sich der Teilraum 16 mit Hydraulikflüssigkeit aus dem  
Niederdruckspeicher 8. Zum Zeitpunkt  $t_2$  gelangt der Kolben 2  
in seine rechte Endlage (gestrichelt dargestellt und mit 2'  
bezeichnet). In entsprechender Weise kann eine Bewegung des  
Kolbens 2 von rechts nach links bewirkt werden. Dazu werden  
35 zunächst die Ventile 11 und 7 geöffnet, wodurch die  
Beschleunigungsphase beginnt. Durch Schließen dieser beiden  
Ventile und Öffnung des Ventils 13 wird die Verzögerungs-  
phase eingeleitet.

5 Der Übergang von der Beschleunigungsphase zur Verzögerungsphase kann prinzipiell zu einem beliebigen Zeitpunkt zwischen  $t_0$  und  $t_2$  erfolgen. In den Figuren 2a bis 2c sind Diagramme dargestellt, die zu einem Bewegungsablauf gehören, bei dem während 75 % der gesamten Stellzeit beschleunigt und  
10 während der restlichen 25 % verzögert wird. Figur 2a stellt den Beschleunigungswert in Abhängigkeit von der Zeit dar. Daraus geht hervor, daß in einem solchen Fall die Verzögerung (negative Beschleunigung) wesentlich größer gewählt werden muß als die Beschleunigung, damit in der nur  
15 25 % des gesamten Bewegungsablaufs betragenden Zeit die notwendige Verzögerung des Kolbens 2 mit der Masse 4 erreicht werden kann. Für die Praxis bedeutet das, daß der Druck im Speicher 12 entsprechend höher gewählt werden muß. Figur 2b zeigt die Geschwindigkeit  $v$  eines solchen  
20 Bewegungsablaufs in Abhängigkeit von der Zeit. Figur 2c zeigt entsprechend den vom Kolben 2 zurückgelegten Weg  $s$  in Abhängigkeit von der Zeit.

In den Diagrammen nach den Figuren 3a bis 3c ist ein  
25 Bewegungsablauf dargestellt, bei dem die Druckumsteuerung auf halbem Weg des Kolbens 2 bzw. nach der halben Zeit des gesamten Bewegungsablaufs vorgenommen wird. In einem solchen Fall können Beschleunigungs- und Verzögerungswert gleich gewählt werden. Für die Praxis bedeutet das, daß  
30 der Druck in den Speichern 6 und 12 gleich sein kann oder nur ein Hochdruckspeicher erforderlich ist. Geschwindigkeit  $v$  und Weg  $s$  in Abhängigkeit von der Zeit sind für einen solchen Fall in Figur 3b und Figur 3c dargestellt. Der Vorteil eines in dieser Weise ablaufenden Stellvorganges  
35 liegt darin, daß - wegen der Symmetrie der Kurven - die Bewegungen in beiden Richtungen gleichförmig ablaufen, was bei Bewegungsabläufen nach den Figuren 2a bis 2c nicht der Fall ist. Voraussetzung für einen gleichförmig ablaufenden Bewegungsvorgang sind noch gleich große Wirkflächen. Beim Gegenstand der Figur 1 kann das z. B. dadurch erreicht

werden, daß der Kolben 2 auch auf seiner rechten Seite mit einer Kolbenstange ausgerüstet ist.

Die Betätigung von Steuerventilen zur Umsteuerung der Drücke während der Kolbenbewegung kann zu Nachteilen führen, wenn ein Steuerventil z. B. durch Schwergängigkeit nicht im richtigen Zeitpunkt schaltet. Dies läßt sich vermeiden, wenn die Ölströme sich wegeabhängig selbst steuern, wie dies beispielsweise in Figur 4 gezeigt wird. Bei diesem Ausführungsbeispiel sind die Abschnitte 20 und 21 der beidseitig am Kolben 2 befestigten Kolbenstange 3 als Steuerkolben ausgebildet.

Die Öl-Zu- und -Abfuhrkanäle werden durch Bohrungen 31 und 32 im Zylindermantel gebildet; sie können an der Zylinderinnenwand zu Ringkanälen bzw. Steuernuten 22, 23, 24, 25 erweitert sein. Diese Steuernuten korrespondieren mit abgeschrägten Steuerkanten 27, 28, 29, 30 am Kolben und an der Kolbenstange.

Soll beispielsweise der (in seiner Mittelstellung dargestellte) Kolben 2 in der gezeichneten Pfeilrichtung von seiner rechten Endstellung nach links laufen, so werden zum Start vom Steuerorgan 15 Ventil 11 und 13 geöffnet; Ventile 5 und 7 bleiben geschlossen. Aus dem Hochdruckspeicher 6 fließt das Drucköl über Ventil 11, Leitung 32 in den Ringkanal 23 und weiter in den Zylinderraum 17. Das aus dem Zylinderraum 16 zu verdrängende Öl fließt über den Ringkanal 24 in die Leitung 31 und über das Rückschlagventil 33 in den Niederdruckspeicher 8. Im (dargestellten) Umsteuerzeitpunkt schließt die Steuerkante 28 des Steuerkolbens 21 den Ringkanal 23; damit ist der Hochdruckölzufluß abgesperrt. Zum Nachfüllen des Zylinderraums 17 öffnet nun die Steuerkante 30 des Kolbens 2 den Ringkanal 25, der über das schon geöffnete Ventil 13 mit dem Niederdruckspeicher 8 in Verbindung steht. Im Zylinderraum 16 wird gleichzeitig durch die Steuerkante 29 des Kolbens 2 der bisherige Ölabfluß über Ringkanal 24 und Rückschlagventil 33 in den Niederdruckspeicher 8 unterbrochen und durch die Steuerkante 27 des Steuerkolbens 20 der Ringkanal 22

geöffnet, so daß das zu verdrängende Öl über Rückschlag-  
 5 ventil 18 in den Hochdruckspeicher 6 gefördert werden muß.  
 Nunmehr herrscht im Zylinderraum 16 der gewünschte  
 Verzögerungsdruck, während im Ringraum 17 nur der zum  
 Nachfüllen nötige Druck des Niederdruckspeichers 8 wirkt.

10 Gegen Hubende kann die zu verzögernde Energie so weit  
 aufgebraucht sein, daß das Rückschlagventil 18 nicht mehr  
 überwunden werden kann. Zu diesem Zweck ist ein Leitungs-  
 system 26 mit einstellbaren Drosseln 35 und 36 vorgesehen,  
 das in Höhe der Steuerkolben 20 und 21 mündet und mit einem  
 Speichertank 37 in Verbindung steht. Die Lage der Mündungen  
 15 38 und 39 ist so gewählt, daß sie vom zugehörigen Steuerkol-  
 ben nur dann freigegeben werden, kurz bevor dieser seine  
 eine Endstellung (der linke Steuerkolben seine linke End-  
 stellung und der rechte Kolben seine rechte Endstellung)  
 20 erreicht. In der jeweiligen Endphase der Bewegungen des  
 Steuerkolbens wird dann eine geringe Ölmenge über das  
 Leitungssystem 26 und über die jeweils zugehörige Drossel  
 in den Speichertank 37 abgeführt.

Gegenüber dem Ausführungsbeispiel nach Figur 1 sind beim  
 25 Ausführungsbeispiel nach Figur 4 die die Ventile 7 und 13  
 überbrückenden Rückschlagventile 9 bzw. 33 und 14 bzw. 34  
 in umgekehrter Richtung angeordnet. Der Grund dafür liegt  
 darin, daß die Rückschlagventile beim Gegenstand der  
 Figur 1 die Aufgabe erfüllen, den Niederdruckspeicher vom  
 30 Hochdruckspeicher ständig getrennt zu halten. Beim Gegenstand  
 der Figur 4 ist diese Aufgabe bereits durch die besondere  
 Lage der Steuerkanten und -kanäle erfüllt. Die Ventile 7  
 und 13 könnten entfallen, wenn nachzufüllendes Öl aus dem  
 Speichertank 37 ersetzt würde. Das ist möglich, wenn die  
 35 Bewegung des Kolbens nicht allzu schnell erfolgen soll.  
 Anderenfalls ist ein bestimmter Nachfülldruck (Druck des  
 Niederdruckspeichers) erforderlich. Ein zweckmäßiger Druck im  
 Hochdruckspeicher ist 200 bar. Bei schnellen Bewegungen ist  
 der Druck im Niederdruckspeicher zweckmäßigerweise 20 bar.



LEYBOLD-HERAEUS GMBH  
Köln-Bayental

5

Verfahren zur Steuerung eines hydraulischen Antriebs und für die Durchführung dieses Steuerungsverfahrens geeigneter hydraulischer Antrieb

10 ANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Steuerung eines hydraulischen Antriebs mit einem Hydraulikzylinder, einem Hydraulikkolben und mindestens einem Druckmittelspeicher, dadurch gekennzeichnet, daß während der Bewegung des Kolbens (2) von seiner einen Endlage in seine andere eine Druckmittelumsteuerung vorgenommen wird, und zwar derart, daß  
15 zunächst der sich während der Kolbenbewegung vergrößernde Raum zur Beschleunigung des Kolbens mit Druck beaufschlagt wird und daß vor dem Eintreffen des Kolbens in seiner  
20 anderen Endlage dieser Raum druckentlastet und der sich verkleinernde Raum zur Abbremsung des Kolbens mit Druck beaufschlagt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die  
25 Umsteuerung zu einem Zeitpunkt erfolgt, in dem der Kolben (2) etwa seinen halben Weg zurückgelegt hat, und daß der Beschleunigungsdruck und der Verzögerungsdruck etwa gleich sind.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß  
30 mindestens ein Hochdruckspeicher (6 bzw. 12) und ein Niederdruckspeicher (8 bzw. 37) vorgesehen sind und daß der sich vergrößernde Raum jeweils nach der Beschleunigungsphase mit dem Niederdruckspeicher verbunden wird.
- 35 4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Umsteuerung selbsttätig abläuft.
5. Für die Durchführung der Steuerungsverfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4 geeigneter hydraulischer Antrieb mit einem Hydraulikzylinder, einem Hydraulikkolben

- 5 und mindestens einem Druckmittelspeicher, dadurch gekennzeichnet, daß jede Seite des Hydraulikzylinders (1) mit einem Druckmittelspeicher (8 bzw. 8, 12) verbindbar ist und daß Mittel zur Umsteuerung dieser Verbindungen während der Bewegung des Hydraulikkolbens (2) von seiner einen Endlage in seine andere vorgesehen sind.
- 10 6. Hydraulischer Antrieb nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Hochdruckspeicher (6, 12) und ein Niederdruckspeicher (8, 37) vorgesehen sind und daß jede Seite des Hydraulikzylinders (1) sowohl mit dem
- 15 Hochdruckspeicher als auch mit dem Niederdruckspeicher verbindbar ist.
7. Hydraulischer Antrieb nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß nur ein Hochdruckspeicher (6, 12) vorgesehen ist und daß die Mittel zur Umsteuerung
- 20 betätigbar sind, wenn der Kolben (2) sich etwa in Zylindermitte befindet.
8. Hydraulischer Antrieb nach Anspruch 5, 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zur Umsteuerung aus einem
- 25 jeder Seite des Hydraulikzylinders (1) zugeordneten Leitungssystem mit darin angeordneten, der Verbindung bzw. Trennung des Hydraulikzylinders (1) mit bzw. von dem Hochdruck- bzw. Niederdruckspeicher.
- 30 9. Hydraulischer Antrieb nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Seite ein Rückschlagventil (9 bzw. 14) zur Trennung des Hochdruckspeichers vom Niederdruckspeicher zugeordnet ist.
- 35 10. Hydraulischer Antrieb nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß durch den Kolben (2) selbstbetätigbare Steueröffnungen (24, 25) in den Hydraulikzylinder (1) münden.

11. Hydraulischer Antrieb nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß zur Steuerung der Kolbenbewegung mindestens ein Steuerkolben (20, 21) vorgesehen ist.
- 5 12. Hydraulischer Antrieb nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (2) mit einer beidseitig daran befestigten Kolbenstange (3) ausgerüstet ist und daß die Kolbenstange (3) abschnittsweise als Steuerkolben (20,21)
- 10 ausgebildet ist.
13. Hydraulischer Antrieb nach Anspruch 10, 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (2) und/oder die Steuerkolben (20, 21) abgeschrägte Steuerkanten (27 bis 30) aufweisen, die mit Steuerkanalmündungen (22 bis
- 15 25, 38, 39) in der Innenwand des Hydraulikzylinders (1) korrespondieren.
14. Hydraulischer Antrieb nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Teil der in der Innenwand des Hydraulikzylinders mündenden Steuerkanäle (22 bis 25)
- 20 ringnutenförmig gestaltet sind.
15. Hydraulischer Antrieb nach einem der Ansprüche 5 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß ein Speichertank (37) vorgesehen ist.
- 25 16. Hydraulischer Antrieb nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Speichertank (37) über Leitungen (40, 41) mit in den Hydraulikzylinder (1) mündenden Ringnuten (24, 25) in Verbindung steht.
- 30 17. Hydraulischer Antrieb nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Speichertank (37) über mit einstellbaren Drosseln (35, 36) ausgerüsteten Leitungen mit dem Innenraum des Hydraulikzylinders (1) in Verbindung steht.
- 35 18. Hydraulischer Antrieb nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Lage der Mündungen (38, 39) der mit den einstellbaren Drosseln (35, 36) ausgerüsteten Leitungen so gewählt ist, daß sie von dem zugehörigen Steuerkolben (20 bzw. 21) jeweils freigegeben werden, kurz bevor dieser eine seiner beiden Endstellungen erreicht.

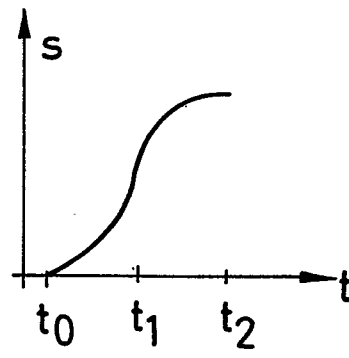
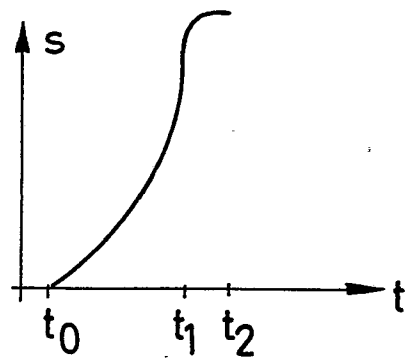
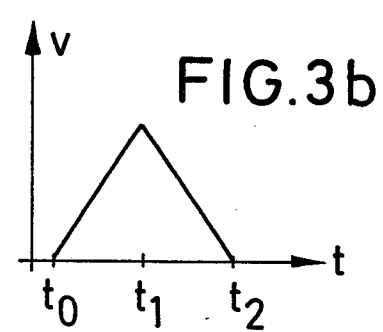
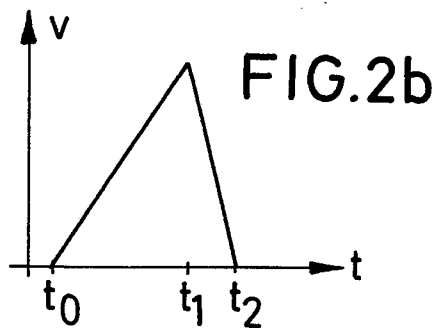
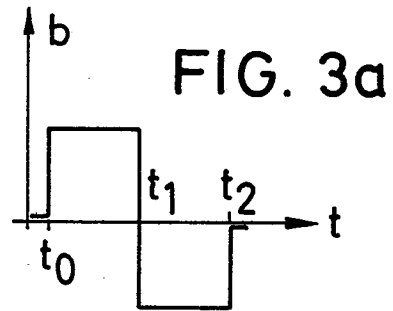
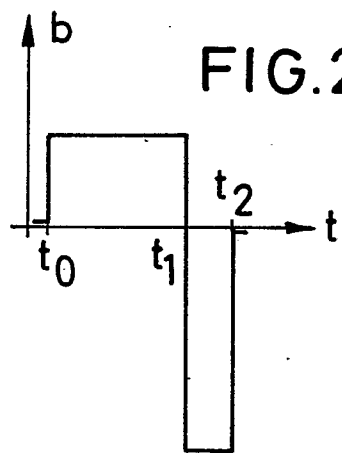
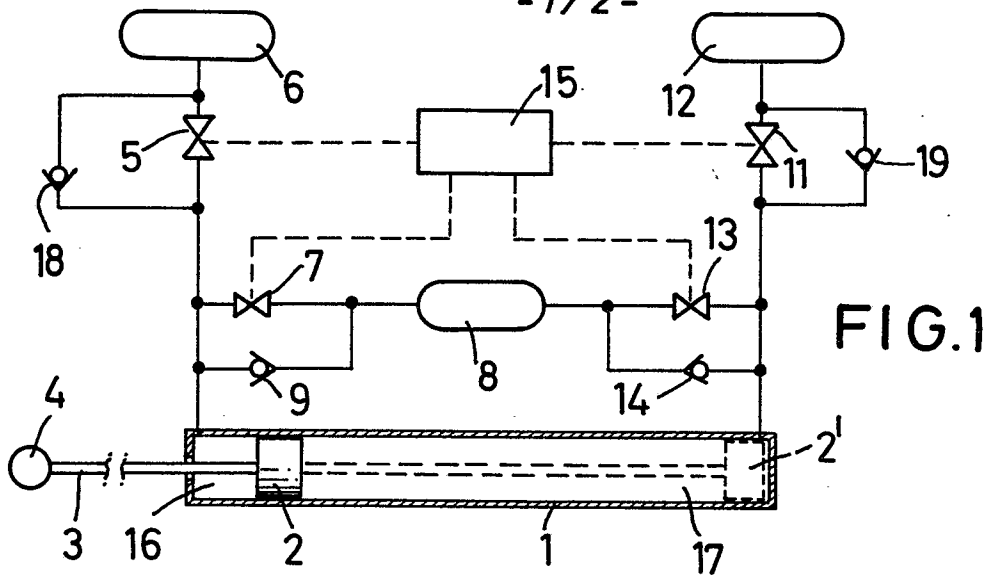


FIG. 2c

FIG. 3c

0053370

0053370

- 2/2 -

