



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 81109942.3

(51) Int. Cl.³: F 15 B 11/04

(22) Anmeldetag: 27.11.81

(30) Priorität: 27.11.80 DE 3044675

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung: 09.06.82
Patentblatt 82/23

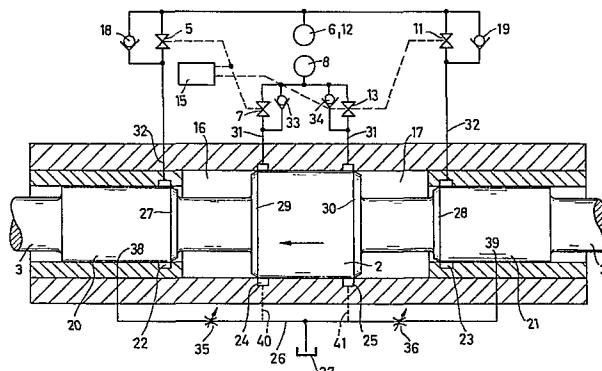
(72) Erfinder: Bubeck, Friedrich, August Bebel-Strasse 54,
D-7530 Pforzheim (DE)
Erfinder: Polhede, Wilhelm, August Bebel-Strasse 19,
D-6454 Bruchköbel (DE)
Erfinder: Reimpell, Uwe, Dr., Burgallee 36,
D-6450 Hanau-Wilhelmsbad (DE)
Erfinder: Stark, Friedrich, Schiesshütte 39,
D-6456 Langenselbold (DE)

(84) 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 Druckmittellumsteuerung 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 Druckmittellumsteuerung, indem der sich vergrössernde Raum druckentlastet und der sich verkleinernde Raum zur Abbremsung des Kolbens mit Druck beaufschlagt wird.



EP 0 053 370 A2

LEYBOLD-HERAEUS GMBH

5 Köln-Bayental

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 15 Antrieb, der für die Durchführung dieses Steuerungsverfahrens besonders geeignet ist.

Die Schnelligkeit, mit der hydraulisch betätigte Vorgänge ablaufen, ist im wesentlichen durch die während des Stellvorgangs zu beschleunigende und wieder abzubremsende Masse 20 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 25 Ziel der Erfindung liegt darin, einen möglichst schnellen Ablauf des Stellvorgangs zu erreichen.

Zur Lösung der gestellten Aufgabe wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß während der Bewegung des Hydraulikkolbens von seiner einen Endlage in seine andere Endlage im 30 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 35 des Verzögerungsdruckes zur Abbremsung des Kolbens und der

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
10 Zeitpunkt erfolgt, in dem der Kolben etwa seinen halben
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 Hochdruckspeicher
15 und ein Niederdruckspeicher vorgesehen sind und
daß der sich vergrößernde Raum jeweils nach der Beschleunigungsphase 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
35 Umsteuerung können in vielfältiger Weise ausgebildet sein.
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 automatisch 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 folgendermaßen: 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 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 gelegenen Zylinderraum 17 befindliche Hydraulikflüssigkeit strömt über das Ventil 13 in den Niederdruckspeicher ab.
- 10 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 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 Ölvolume fließt über das Rückschlagventil 19 in den 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 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 zunächst die Ventile 11 und 7 geöffnet, wodurch die Beschleunigungsphase beginnt. Durch Schließen dieser beiden Ventile und Öffnung des Ventils 13 wird die Verzögerungsphase 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 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 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 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

- 6 - 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
15 Speichertank 37 in Verbindung steht. Die Lage der Mündungen
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)
erreicht. In der jeweiligen Endphase der Bewegungen des
20 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.
Andernfalls 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 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.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die 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 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.
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

- und mindestens einem Druckmittelspeicher, dadurch
5 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 Hochdruckspeicher als auch mit dem Niederdruckspeicher verbindbar ist.
- 15 7. Hydraulischer Antrieb nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß nur ein Hochdruckspeicher (6, 12) vorgesehen ist und daß die Mittel zur Umsteuerung betätigbar sind, wenn der Kolben (2) sich etwa in Zylindermitte befindet.
- 20 8. Hydraulischer Antrieb nach Anspruch 5, 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel zur Umsteuerung aus einem jeder Seite des Hydraulikzylinders (1) zugeordneten Leitungssystem mit darin angeordneten, der Verbindung bzw. Trennung des Hydraulikzylinders (1) mit bzw. von dem Hochdruck- bzw. Niederdruckspeicher.
- 25 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
20 Hydraulikzylinders mündenden Steuerkanäle (22 bis 25) 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 bzs. 21) jeweils freigegeben werden, kurz bevor dieser eine seiner beiden Endstellungen erreicht.

0053370

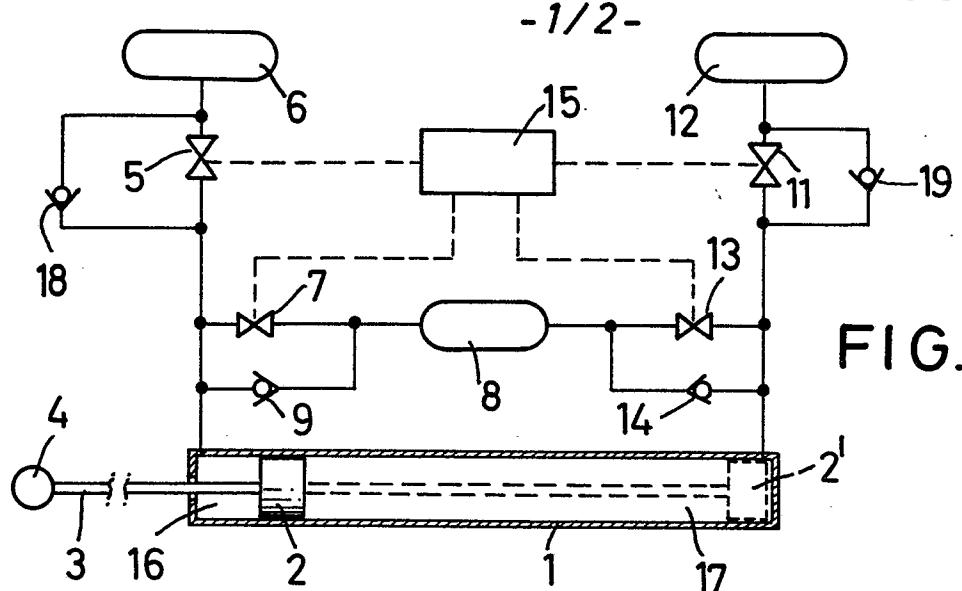


FIG.1

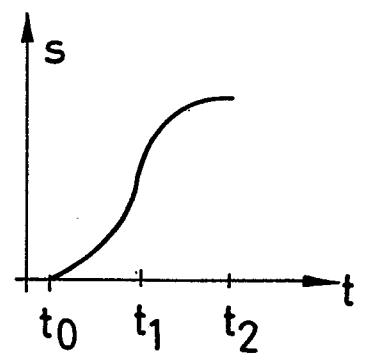
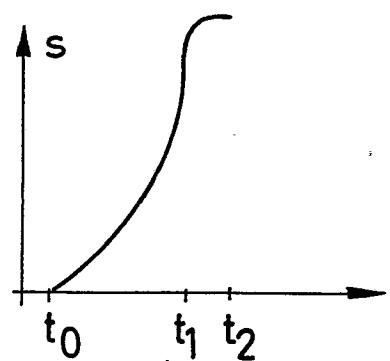
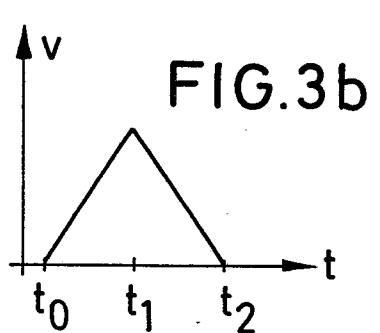
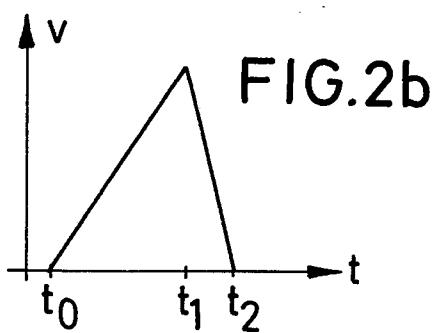
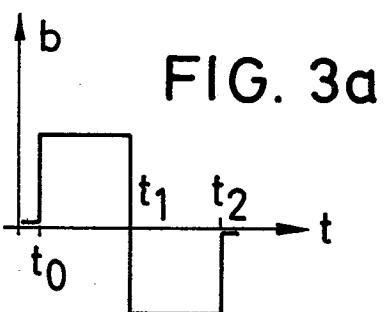
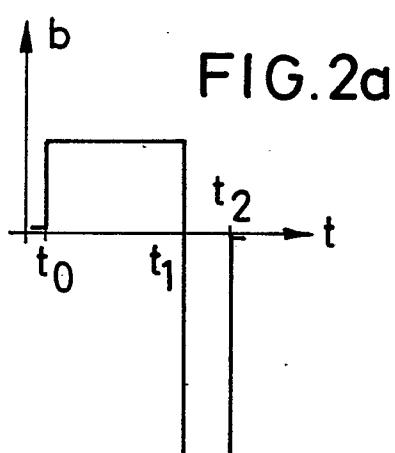


FIG. 4

