



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 260 913 A1

4(51) B 66 C 23/90

## AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP B 66 C / 304 115 5

(22) 24.06.87

(44) 12.10.88

(71) Hochschule für Verkehrswesen „Friedrich List“ Dresden, Friedrich-List-Platz 1, Dresden, 8010, DD

(72) Jowatzky, Holger, Dipl.-Ing.; Schusztter, Matthias, Dr. sc. techn.; Kirchner, Uwe, Dipl.-Ing.; Klengel, Hans-Peter, Dipl.-Ing., DD

(54) Verfahren zur Überlastschuttsicherung für hydraulisch arbeitende Hebezeuge

(55) Überlastschuttsicherung, hydraulische Hebezeuge, Ladedrehkrane, Arbeitssicherheit, Lastmomentüberschreitung, Mikrorechner, Schaltventile, Bewegungsregelung, Zwangsrückführung, Energieoptimierung

(57) Die Erfindung betrifft eine elektronische Überlastschuttsicherung für hydraulische Hebezeuge, insbesondere Ladedrehkrane. Ziel der Erfindung ist es, durch einen elektronischen Überlastschutz zu verhindern, daß eine Gefährdung der Arbeitssicherheit durch Lastmomentüberschreitung im Schwenkbereich auftritt. Dieser Überlastschutz wird dadurch gelöst, daß das momentane Lastmoment mit Hilfe von Sensoren registriert und in einem Mikrorechner verarbeitet wird und bei Erreichen des kritischen Lastmomentenbereiches mit Hilfe von Schaltventilen eine Bewegungsregelung durchgeführt wird. Nach Bewegungsstillstand kann eine Zwangsrückführung erfolgen. In günstiger Kombination von Schaltventilen erfolgt eine Energieoptimierung.

## Patentansprüche:

1. Verfahren zur Überlastschutzsicherung für hydraulisch arbeitende Hebezeuge, **gekennzeichnet dadurch**, daß die durch ein Lagesignal h, welches die durch Winkel- und/oder Längenmeßsensoren und/oder Sendersignale (4) gemessene Position des Auslegers, und die durch ein Lastsignal j gemessene kraftäquivalente Größe, welche durch Kraft- und/oder Bauteilverformungs- und/oder Drucksensoren (3) bestimmt wird, über Analog-Digitalwandler (2) in einem Mikrorechner (1) so weiterverarbeitet werden, daß das momentan auftretende Lastmoment errechnet und mit dem zulässigen Lastmoment verglichen wird, bei Annäherung an das kritische Lastmoment wird über Digital-Analogwandler (9) ein Schaltventil (7) angesteuert und damit eine Geschwindigkeitsreduzierung aller lastmomenterhöhenden Bewegungen herbeigeführt und daß bei Erreichen des zulässigen Lastmomentes das Schaltventil (7) die Schaltstellung „Sperrstellung der Anschlüsse Verbraucherseite“ einnimmt und der Ölstrom zum Steuerventilblock (6) unterbrochen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß als Schaltventil (7) ein Ventil mit den Steuerfunktionen „gerader Öldurchfluß“, „Sperrung der Anschlüsse Verbraucherseite“ und bei Realisierung der Bewegungsrückführung „gekreuzter Öldurchfluß“ benutzt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß bei Erreichen des zulässigen Lastmomentes die jeweiligen Stellungen der Steuerschieber des Steuerventilblocks (6) fixiert werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß nach Stillstand aller lastmomenterhöhenden Bewegungen zeitverzögert eine Zurücknahme der letzten Bewegung erzwungen wird, indem das Schaltventil (7) von seiner Schaltstellung „Sperrstellung der Anschlüsse Verbraucherseite“ durch den Mikrorechner (1) über Digital-Analogwandler (9) in seine Schaltstellung „gekreuzter Öldurchfluß“ geschwindigkeitsgesteuert in Abhängigkeit von der Verringerung des momentanen Lastmomentes geschaltet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Zurücknahme der letzten Bewegung wahlweise automatisch oder über Tastatur vom Maschinisten ausgelöst wird.
6. Verfahren nach Anspruch 1 und 5, **gekennzeichnet dadurch**, daß bei Anheben einer Last, die sich bereits im Bereich des kritischen Lastmomentes befindet, dieser Ausgangspunkt in Form der momentanen Position des Auslegers oder des momentanen Lastmomentes abgespeichert wird und die Zwangsrücknahme der letzten Bewegung nur bis zu diesem Ausgangspunkt erfolgt.
7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 6, **gekennzeichnet dadurch**, daß anstelle eines Schaltventiles (7) auch eine direkte proportionale Ansteuerung des Steuerventilblocks (6) oder einer über Null steuerbaren Hydraulikpumpe erfolgen kann.

Hierzu 5 Seiten Zeichnungen

## Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überlastschutzsicherung, insbesondere eine Lastmomentsicherung zur Gewährleistung der Sicherheit bei der Steuerung des Arbeitsablaufes von Ladedrehkränen und anderen hydraulisch arbeitenden Mobilbaumaschinen und Umschlaggeräten bei allen Arten der Arbeitsbewegungen.

## Charakteristik des Standes der Technik

Es ist bekannt, daß es Lösungen für den Schutz gegen Überlastungen gibt. Es sind hydraulisch arbeitende Überlastschutzvorrichtungen (DE 3414182) bekannt, bei denen der Druck in einem Zylinder ausgenutzt wird, um bei Lastmomentüberschreitung den Ölstrom der Pumpe durch ein hydraulisch angesteuertes 3/2-Schaltventil auf die Steuerkammern der Wegeventile zu leiten und diese bei Lastmomentüberschreitung proportional zum Druck zu schließen. Nachteilig ist, daß das Schaltventil durch die Ventillfeder auf einen bestimmten Druck eingestellt ist. Dabei werden nichtkonstante Lastmomente nicht erfaßt. Eine weitere Lösung (DE 2343941) besteht darin, daß die Traglast am Umschlaggerät sowie der Hubzylinderwinkel gemessen werden und aus diesen Werten ein Schaltdruck berechnet wird. Dieser berechnete Schaltdruck wird an einem Druckschalter eingestellt. Der eingestellte Druckschalter dient als Abschalteinrichtung. Nachteilig ist, daß veränderliche Lastmomente nicht erfaßt werden können. Eine weitere Lösung (DE 3103728) besteht darin, daß anhand gespeicherter Grenzlastkurven ein Grenzlastwert ermittelt und bei Erreichen dieses Wertes der Drehantrieb des Drehkranes stillgesetzt wird. Die Einrichtung ist mit einem Umschaltglied ausgestattet, welches bei Erreichen eines einstellbaren Umschalt-Neigungswertes die Drehgeschwindigkeit des Drehantriebs herabsetzt. Diese Geschwindigkeitsreduzierung wird proportional zur Abnahme des Verhältnisses „zulässiger Traglastgrenzwert/Ist-Traglastwert“ bis zum Grenzwert 1 herabgesetzt. Nachteilig ist, daß die Ausnutzung des optimal möglichen Lastmomentes durch die proportionale Geschwindigkeitsreduzierung nicht immer gegeben ist. Nachteil aller genannten Lösungen ist, daß die Kransteuerung nach Stillstand aller Bewegungen dem Maschinisten zur weiteren manuellen Steuerung übergeben wird.

## Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, durch einen elektronischen Überlastschutz zu verhindern, daß eine Gefährdung der Arbeitssicherheit eines Ladedrehkranes oder anderer hydraulisch arbeitenden Mobilbaumaschinen durch Lastmomentüberschreitung im Schwenkbereich auftritt.

Zusätzlich sollen die Leistungsverluste verringert werden.

## Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Überlastsicherungsicherung für Hebezeuge, insbesondere Ladedrehkrane und andere hydraulisch arbeitende Mobilbaumaschinen zu entwickeln, das es ermöglicht, in einer digitalen Verarbeitungseinheit 1 solche Steuersignale zu erzeugen, die den Betrieb von Hydraulikventilen so gestatten, daß eine Lastmomentsicherung gewährleistet wird, sowie Leistungsverluste verringert werden. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die in den Drehgelenken der Maschinenkinematik befindlichen Winkelsensoren oder die in/an den Hydraulikzylindern befindlichen Längsensoren sowie der Sensor zur Bestimmung der Ausfahrlänge des Teleskoparmes und der Sensor zur Bestimmung des Drehwinkels der Drehachse der Maschinenkinematik und/oder ein Sendersignal zur direkten Lagebestimmung des Auslegers 4 die Momentanstellung der Kinematik messen. Dieses Meßsignal oder die Kombination der Meßsignale wird als Lagesignal  $h$  bezeichnet. Weiterhin wird mittels eines Drucksensors an repräsentativer Stelle, z. B. im Hubzylinder, der Momentandruck gemessen. Alle Meßwerte werden über Analog-Digitalwandler 2 in ein Steuergerät, vorzugsweise Mikrorechner 1 eingegeben. Aus der gemessenen Maschinenkinematik wird die momentane Ausladung des Systems berechnet. Aus dem Zusammenhang zwischen Ausladung und Momentandruck wird das Lastmoment berechnet. Über einen Rechenalgorithmus wird das Verhältnis zwischen zulässigem Lastmoment und Momentanlastmoment überwacht und damit das Maschinensystem vor Überlastung geschützt. Über ein vom Rechner gesteuertes Schaltventil 7 wird gewährleistet, daß bei Erreichen des zulässigen Lastmomentes nach einer Geschwindigkeitsreduzierung die lastmomenterhöhenden Antriebe stillgesetzt werden und die zuletzt ausgeführte Bewegung so zurückgenommen wird, daß der kritische Bereich verlassen wird. Ein Schaltventil 8, das hinter der Antriebspumpe angeordnet ist, wird so genutzt, daß durch zeitlich abgestimmtes Öffnen ein selbsttätiges Ansprechen der Druckbegrenzungsventile verhindert und dadurch eine Energieeinsparung im Maschinensystem erreicht wird. Das Schaltventil 8 hat die Funktion, gezielt Ölstrom aus dem Kreislauf abzuzweigen, und kann durch jede Art von Ventilen ausgeführt werden, die die gewünschte Funktion erfüllen. Ihre Ansteuerung kann elektrohydraulisch oder hydraulisch gelöst werden.

## Ausführungsbeispiele

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels eines Ladedrehkranes näher beschrieben.

Figur 1: zeigt die geometrischen Verhältnisse

Figur 2: zeigt das Blockschaltbild

Figur 3: zeigt das Tragfähigkeitsdiagramm

Figur 4: zeigt das Bewegungsdiagramm

Figur 5: zeigt den schematischen Schaltplan

Die Überlastschutzeinrichtung besteht aus den Winkel- oder Ausfahrlängsensoren 4, den Analog-Digitalwandlern 2, dem Mikrorechner 1, den Digital-Analogwandlern 9, dem Drucksensor 3 sowie dem Schaltventil 7 und dem Schaltventil 8 (Figur 2). Die Schaltventile 7 und 8 werden für das Ausführungsbeispiel eines Ladedrehkranes in Proportionalausführung als Proportional-Wegeventil 7 und als Proportional-Druckbegrenzungsventil 8 ausgeführt (Figur 5).

Im Mikrorechner werden die aus dem Tragfähigkeitsdiagramm des Ladedrehkranes (Figur 3) berechneten Wertepaare Grenzdruck/Ausladung gespeichert. Dabei können für einen Ladedrehkran verschiedene Tragfähigkeitsdiagramme berücksichtigt werden. Aus den gemessenen Momentanwerten der Winkel und Ausfahrlängen wird im Mikrorechner die momentane Ausladung  $x_M$  berechnet.

$$x_M = (L_2 \cdot \cos(P_2 - 90)) + (L_3 \cdot \cos(P_2 + P_3 - 270))$$

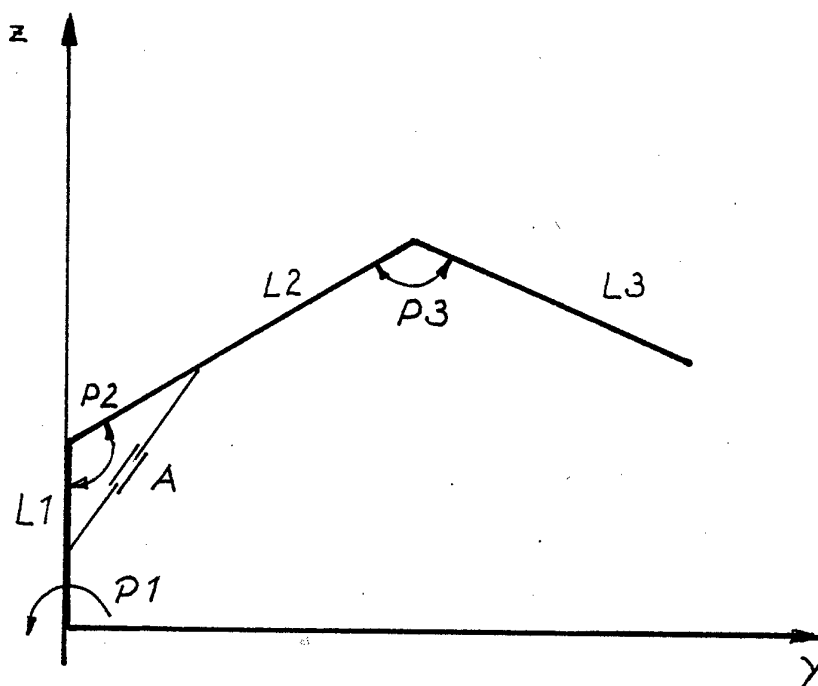
Über einen Drucksensor wird an repräsentativer Stelle, zum Beispiel im Hubzylinder der Momentandruck  $P_M$  gemessen und im Mikrorechner verarbeitet. Im Mikrorechner wird der Momentandruck mit dem gespeicherten Grenzdruck für die entsprechende Ausladung verglichen. Damit werden auch nichtkonstante Lastmomente, wie der in Figur 3 mit Bereich I gekennzeichnete Abschnitt, erfaßt. Nähert sich der gemessene Momentandruck dem gespeicherten Grenzdruck bis auf einen vorher bestimmten Sicherheitswert, der einen kritischen Bereich (Bereich IV; Figur 4) darstellt, werden die lastmomenterhöhenden Bewegungen über ein Schaltventil 7 herabgesetzt. Damit wird eine Schwingbewegung der Last verhindert. Bei Übereinstimmung von Momentandruck und Grenzdruck  $P_M = P_{Grenz}$  wird Bewegungsstillstand erzwungen. In Abhängigkeit von den vorhandenen maschinentypischen Konstruktionseigenschaften kann der kritische Bereich optimal festgelegt werden. So kann die Größe des kritischen Bereiches eines Ladedrehkranes in Abhängigkeit der Ausladung variabel gestaltet werden. Nach Erreichen des Grenzdruckes  $P_{Grenz}$  wird nach Bewegungsstillstand, zeitlich geregelt eine Zwangsrückführung der Last rechnergesteuert durchgeführt. Das Auslösen der Zwangsrückführung geschieht beim Anwendungsbeispiel Ladedrehkran zweckmäßigerweise durch den Maschinisten über eine Tastatur. Die Zwangsrückführung wird dadurch geregelt, daß die letzte Bewegung vor Erreichen des Stillstandes bis zum Anfang des kritischen Bereiches zurückgenommen wird (Figur 4). Innerhalb des kritischen Bereiches kann der Maschinist die Bewegung frei steuern. Der Rechner übernimmt lediglich die Geschwindigkeitsreduzierung. Die Funktionen des Bewegungsstillstandes und der Zwangsrückführung werden vom Rechner übernommen und können vom Maschinist nicht mehr beeinflußt werden. Die

Geschwindigkeitsreduzierung wird erzeugt, indem das Schaltventil 7 von der Betriebsstellung „gerader Durchfluß“ in die „Sperrstellung der Anschlüsse Verbraucherseite“ vom Rechner geregelt wird. Dadurch wird bei Erreichen des Grenzdruckes Bewegungsstillstand erreicht. Die Zurückführung der letzten Bewegung wird durch die Fixierung der jeweiligen Stellung der Steuerschieber des Steuerventilblocks 6 und Schaltung des Schaltventils 7 in die Betriebsstellung „gekreuzter Öldurchfluß“ erzeugt. Bei Verlassen des kritischen Bereiches wird das Schaltventil 7 auf Sperrstellung geschaltet und die Kransteuerung dem Maschinisten übergeben.

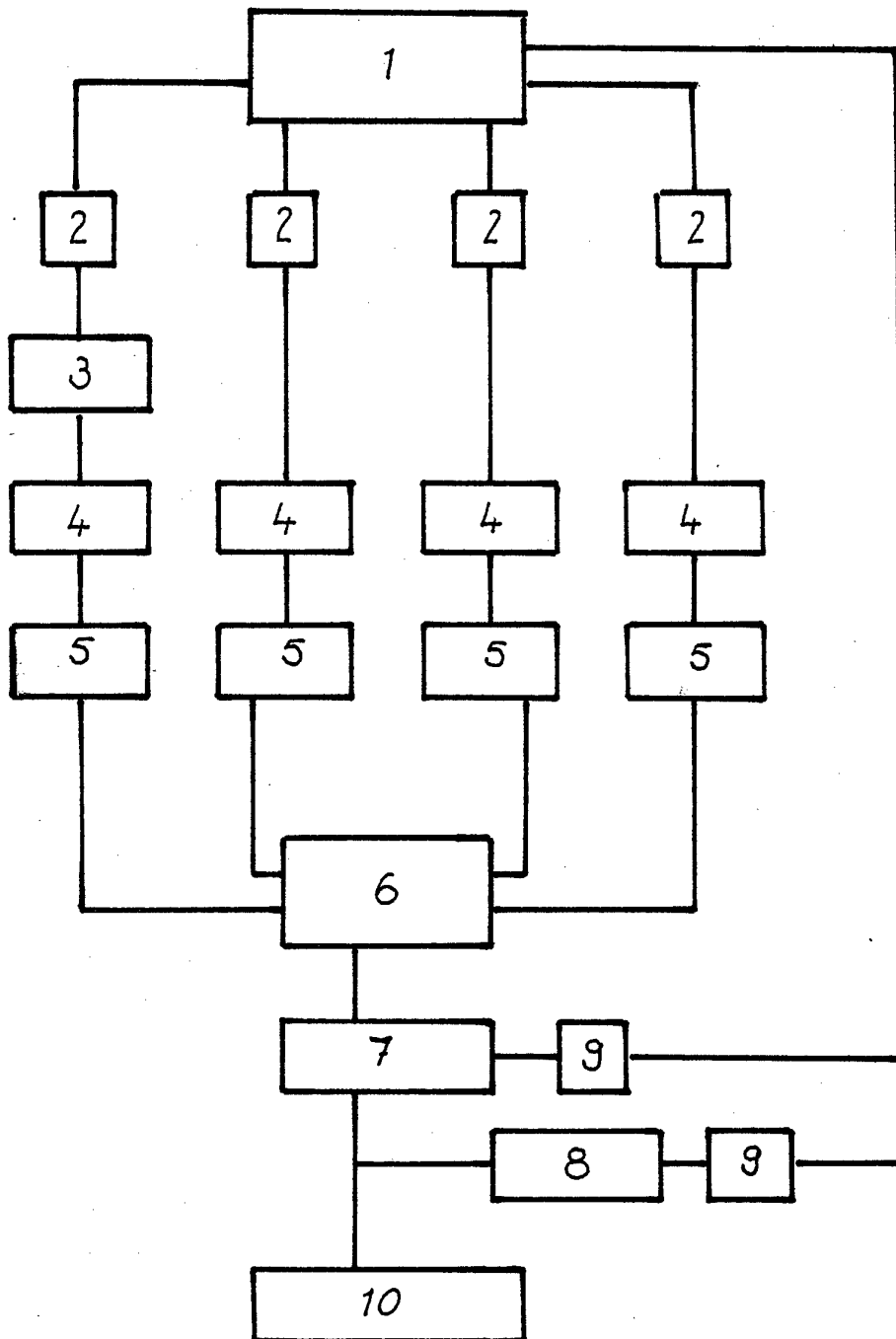
Befindet sich die Last beim Anheben bereits im Bereich des kritischen Lastmomentes, wird dieser Ausgangspunkt in Form der momentanen Position des Auslegers oder des momentanen Lastmomentes abgespeichert und die Zwangsrücknahme der letzten Bewegung erfolgt nur bis zu diesem Ausgangspunkt.

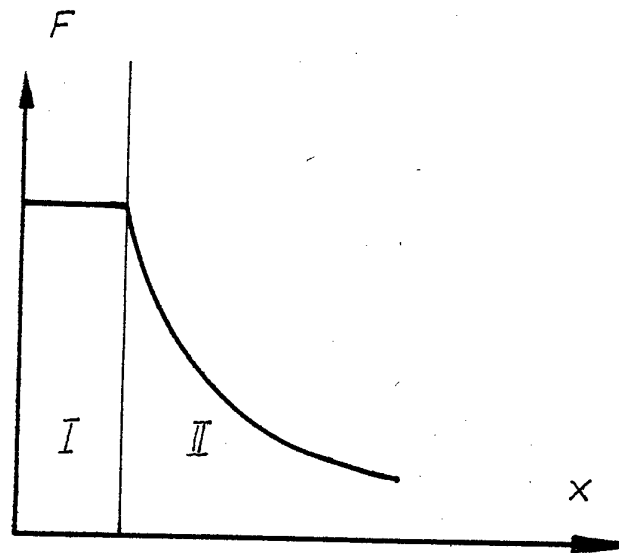
Zwischen der Pumpe und dem Schaltventil 7 oder dem Steuerventilblock 6 wird ein Schaltventil 8 eingebaut, das in Abhängigkeit von der Stellung des/der Wegeventile im Steuerventilblock 6 und/oder der Stellung des Schaltventils 7 rechnergesteuert zeitlich verzögert betätigt wird. Damit werden Energieverluste, die z. B. durch Ölerhitzung entstehen, reduziert. Der Einbau eines Schaltventils 7 schließt nicht aus, daß die Geschwindigkeitsreduzierung und Zwangsrückführung allein durch den Steuerventilblock 6 in elektrohydraulischer oder hydraulischer Ausführung oder durch eine über Null steuerbare Pumpe realisiert werden kann.

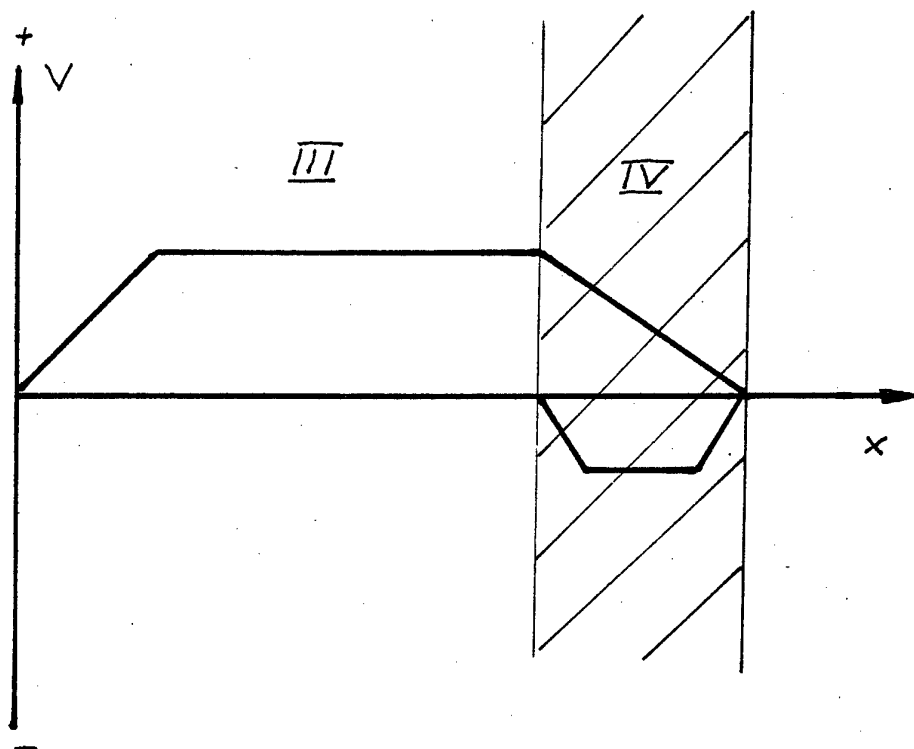
Ebenso kann die Funktion des Schaltventils 8 durch jede Art von ölfußabschneidenden Ventilen in elektrohydraulischer oder hydraulischer Ansteuerung realisiert werden.



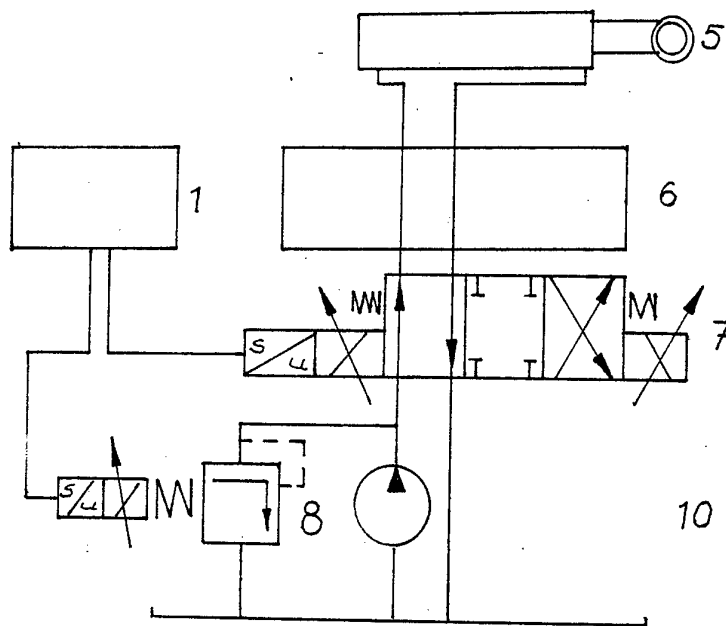
Figur 1

Figur 2

Figur 3



Figur 4



Figur 5