



(11)

**EP 2 674 533 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**04.09.2019 Patentblatt 2019/36**

(51) Int Cl.:  
**E02F 9/22** <sup>(2006.01)</sup> **F15B 21/00** <sup>(2006.01)</sup>  
**F15B 21/08** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **12171622.9**

(22) Anmeldetag: **12.06.2012**

(54) **Elektrohydraulisches Steuersystem**

Electro-hydraulic control system

Système de commande hydroélectrique

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**18.12.2013 Patentblatt 2013/51**

(73) Patentinhaber: **HAWE Hydraulik SE**  
**85609 Aschheim (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Heusser, Martin**  
**81245 München (DE)**

• **Wechsel, Thomas**  
**80797 München (DE)**

(74) Vertreter: **Grosse Schumacher Knauer von Hirschhausen Patent- und Rechtsanwälte Nymphenburger Strasse 14 80335 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 0 511 383 EP-A1- 1 361 312**  
**US-A1- 2009 031 891 US-B2- 7 878 481**

**EP 2 674 533 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein elektrohydraulisches Steuersystem gemäß Oberbegriff des Patentanspruches 1.

**[0002]** Aus der technischen Informationsschrift D 7700 CAN, Februar 2011, der Firma HAWE Hydraulik SE, Streitfeldstraße 25, 81673 München/DE, insbesondere Seite 2, ist ein elektrohydraulisches Steuersystem bekannt, in welchem mehrere 4/3-Proportional-Wege-schieber mit einer CAN-Direktansteuerung betätigt werden. Dabei handelt es sich beispielsweise um Proportional-Wegeschieber der Typen PSL (für eine hydraulische Versorgung durch eine Konstantpumpe) und PSV (für eine Versorgung durch eine Regelpumpe) der Anmelderin. Für die Betätigung ist eine speicherprogrammierbare Ventilsteuerung vorgesehen. Diese Hauptsteuerventile dienen zur Steuerung der Bewegungsrichtung und der gegebenenfalls lastunabhängigen, stufenlosen Regelung der Bewegungsgeschwindigkeit von Hydroverbrauchern, wie Hydrozylindern. Zumindest ein Hauptsteuerventil oder jedes Hauptsteuerventil weist einen CAN-Betätigungskopf auf und ist entweder über zwei zweiadrige Kabel oder ein vieradrige Kabel angeschlossen. Der CAN-Bus weist zwei Adern (CAN-hi, CAN-lo) auf. Zwei Adern stellen die Betriebsspannung, z.B. 12 bis 30 Volt DC, bereit ( $U_{bat}$ , Erdung). Der Steuerstrom zur Betätigung des Hauptsteuerventils wird mit einer Dither-Frequenz zwischen etwa 40 bis 100 Hz, vorzugsweise etwa 55 Hz, aufgebracht, um Überlastungen des Magnetaktors vorzubauen, wodurch der Kolbenschieber des Mehrwegeschiebers stetig verstellt wird, um einen Soll-Volumenstrom zum angeschlossenen Hydrozylinder zu erzeugen. Der CAN-Bus ist ein asynchrones, serielles Bussystem, dessen gebräuchliche Datenübertragungsformate die Protokolle CAN-open 2.0 A und B, und J1939, basierend auf 11 Bit bzw. 29 Bit Adressdaten, und Übertragungsraten zwischen etwa 100 kbit/s bis etwa 1000 kbit/s sind. Für den jeweiligen CAN-Knoten kann eine Plug- und Play-Konfiguration verwendet werden. Die jeweilige Ventil-Elektronik kann Verstärkerkomponenten enthalten. Solche elektrohydraulischen Steuersysteme bzw. Hydraulik-Ventilbatterien, auch gemäß EP 2 063 159 B1, werden bereits seit Jahren mit Erfolg nicht nur in Kränen eingesetzt, sondern auch in Hydraulikbaggern, Radladern, Forstbearbeitungsgeräten oder anderen mobilen Arbeitsgeräten.

**[0003]** Beim Einsatz solcher Arbeitsgeräte zeigt sich beispielsweise abhängig von der Konsistenz oder Art des mit dem Werkzeug bearbeiteten Guts, z.B. Erdreich, Futtermittel, oder dgl., ein Phänomen dahingehend, dass das sich stetig bewegende Werkzeug zum Festsetzen neigt, was die Arbeitszeit unzweckmäßig verlängert und einen effizienten Arbeitsablauf behindert. Dabei kann sich das Werkzeug sowohl beim Eindringen in das Gut oder beim Lösen aus dem Gut festsetzen. Nur das Einsteuern unterschiedlicher oder einander überlagerter Bewegungsrichtungen des sich stetig bewegenden Werk-

zeuges schafft hierbei keine zufriedenstellende Abhilfe.

**[0004]** Aus einem Artikel "Rüttelventil, Für die Arbeit mit haftendem Material", der Fachzeitschrift O+P, Heft 3/2012, Seite 35 (im Internet abrufbar unter: [www.vfmz.net/1211390](http://www.vfmz.net/1211390)) ist es in der Mobilhydraulik beispielsweise für Baumaschinen und Landtechnikmaschinen bekannt, ein zusätzliches Steuerventil in zumindest einer Arbeitsleitung eines Hydroverbrauchers einzusetzen, mit dem unabhängig vom Steuergerät der Zentralsteuerung, beispielsweise auf Knopfdruck am Joystick eine Rüttelfunktion des Werkzeuges, gesteuert werden kann. Das Steuerventil ist mit einer entsprechenden Elektronik ausgestattet, wobei sich die Frequenz der Rüttelfunktion verstellen lässt. Der Einbau eines zusätzlichen Steuerventils ist aufwändig und teuer und kann die Funktion des Hauptsteuerventils unerwünscht beeinträchtigen. Ferner ist durch das zusätzlich eingesetzte Steuerventil ein Leistungsverlust bedingt, und kann die gegenseitige Abstimmung zwischen dem zusätzlich eingebauten Steuerventil und dem Hauptsteuerventil sowie die grundsätzliche Funktionsüberwachung des elektrohydraulischen Steuersystems erschwert werden.

**[0005]** Bei dem gattungsgemäßen elektrohydraulischen Steuersystem gemäß EP 0 511 383 A1 werden mit von einem Controller den Betätigungsmagneten der zwei Steuerventile zugeleiteten Rechteck-Steuerstromsignalen Volumenstromschwankungen bei aktivierter Rüttelfunktion dieselben Magnetaktoren angesteuert, die die Steuerventile auch im Normalbetrieb bei deaktivierter Rüttelfunktion betätigen. Die Rüttelfunktion wird mit einem Betriebsmodus ausgeführt, bei welchem jeweils nur ein Betätigungsmagnet angesteuert wird, der andere hingegen nicht. Dank einer Überkreuz-Verschaltung der beiden Steuerventile wird aber auf diese Weise beispielsweise in die kolbenseitige Kammer des Hydraulikzylinders ein Volumenstromimpuls eingebracht, während aus der kolbenstangenseitigen Kammer ein Volumenstromimpuls zum Tank abgelassen wird. Über einen Wahlschalter sind Betriebsmodi einstellbar, die für Steuerstromimpulse entweder eine hohe Amplitude bei niedrigerer Frequenz, eine mittlere Amplitude bei mittlerer Frequenz, oder eine kleine Amplitude bei hoher Frequenz festlegen.

**[0006]** Bei einer aus US 2009/031891 A1 bekannten elektrohydraulischen Steuervorrichtung werden bei aktivierter Rüttelfunktion Volumenstromschwankungen ausschließlich durch Ansteuern eines Reglers einer Regelpumpe erzeugt. Diese Volumenstromschwankungen lässt das dem Hydraulikzylinder vorgeschaltete Steuerventil durchgehen, sofern es in eine Arbeitsstellung aufgesteuert ist.

**[0007]** Bei einer aus EP 1 361 312 A1 bekannten elektrohydraulischen Steuervorrichtung sind in einer Brückenschaltung vier Proportionalregelventile verschaltet, von denen bei aktivierter Rüttelfunktion jeweils ein Paar getaktet geöffnet und geschlossen wird, hingegen das andere Paar geschlossen bleibt, so dass nur ein Druckimpuls gegen eine Last über den Zylinder ausgeübt wird.

**[0008]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein elektrohydraulisches Steuersystem der eingangs genannten Art unter Nutzen der Fähigkeiten der Speicherprogrammierung so zu verbessern, dass zur Einsparung von Arbeitszeit und Verbesserung des Arbeitsablaufes eine Rüttelfunktion des Werkzeuges auf kostengünstige und effiziente Weise möglich ist.

**[0009]** Die gestellte Aufgabe wird mit den Merkmalen des Patentanspruches 1 gelöst.

**[0010]** Nur durch Nutzen der ohnedies gegebenen Fähigkeit der Speicherprogrammierung wird die Rüttelfunktion ohne zusätzliche hydraulische Komponenten mit dem Hauptsteuerventil selbstgesteuert, indem die Speicherprogrammierung wenigstens eine Werkzeug-Rüttelfunktions-Software erhält, bei deren Aktivierung die Rüttelfunktion des Werkzeuges direkt über das Hauptsteuerventil erfolgt. Auf diese Weise lässt sich bei Festsetzen des Werkzeuges im bearbeiteten Gut die Rüttelfunktion einsetzen, um Arbeitszeit zu sparen und den Arbeitsablauf zu optimieren. Die Software bzw. Programmierung so zu aktualisieren oder von vorneherein mit einer brauchbaren Programmsektion zu gestalten, ist kostengünstig und einfach. Da die übliche Dither-Frequenz des Steuerstroms solcher Hauptsteuerventile so hoch ist, dass sich der Schieberkolben nur stetig bewegt und den Volumenstrom harmonisch regelt, ist es für die Rüttelfunktion zweckmäßig, wenn bei aktivierter Rüttelfunktions-Software zum Steuern der Volumenstromschwankungen Steuerstromsignale im Magnetaktor und/oder einer Ventilelektronik des Hauptsteuerventils mit einer Niederfrequenz zwischen nur 1,0 und etwa 30 Hz, vorzugsweise um etwa 10 Hz, aufgebracht werden. Diese Frequenz gewährleistet eine effiziente Rüttelfunktion, wobei der Frequenzbereich beispielsweise angepasst an das zu bearbeitende Gut nutzbar ist, d.h., die Frequenz variabel sein kann. Die Volumenstromschwankungen werden bei aktivierter Rüttelfunktion zweckmäßig durch Steuerstrombeaufschlagung der Ventil-Elektronik oder des jeweiligen Magnetaktors mit einer Frequenz zwischen etwa 1,0 bis etwa 30 Hz, vorzugsweise um etwa 10 Hz, generiert, weil eine permanente Strombeaufschlagung des Magnetaktors dessen Überlastung zur Folge haben könnte. Um die Volumenstrom-Sollwertkurve einzusteuern, wird hingegen der jeweilige Magnetaktor bzw. die Ventil-Elektronik mit einer Dither-Frequenz zwischen etwa 40 und 100 Hz, vorzugsweise um etwa 55 Hz, mit Steuerstrom getaktet. Aus dieser relativ höheren Frequenz gegenüber der Frequenz der Volumenstromschwankungen resultiert eine stetige Verstellung des Schieberkolbens oder ein Verharren des Schieberkolbens in einer eingestellten Steuerstellung. Hingegen bewirken die niederfrequenten Steuerstromschwankungen ruckartige Bewegungen des Schieberkolbens, ausgehend von seiner jeweils eingestellten Steuerstellung oder ausgehend von der Neutralstellung des Hauptsteuerventils.

**[0011]** Dabei werden z.B. bei aktivierter Rüttelfunktions-Software gesteuerte Volumenstromschwankungen

einem Volumenstrom-Sollwert des Hauptsteuerventils überlagert, so dass das Werkzeug bei seiner Bewegung gerüttelt wird. Alternativ könnte auch bei in das Gut eingedrungener Werkzeug die Rüttelfunktion ohne Überlagerung mit einer gleichzeitigen Bewegung des Werkzeuges gesteuert werden, z.B. um das Gut zu lockern.

**[0012]** In einer zweckmäßigen Ausführungsform ist der Bus ein CAN-Bus, und ist das Hauptsteuerventil mit einem CAN-Knoten in den CAN-Bus eingliedert und zur CAN-Direktansteuerung ausgebildet. Der Einsatzbereich dieses elektrohydraulischen Steuersystems, das sich in der Praxis vielfältig bewährt hat, wird durch die Werkzeug-Rüttelfunktions-Software kostengünstig und effizient erweitert, wobei der CAN-Bus das Hauptsteuerventil bei aktivierter Rüttelfunktions-Software so betätigt, dass für den zumindest einen Hydrozylinder Volumenstromschwankungen gesteuert werden, die das Eindringen oder Lösen des Werkzeuges unterstützen, oder auch nur eine Lockerung des bearbeitenden Gutes vor einer nachfolgenden, dann zügigen Bearbeitung bewirken.

**[0013]** In einem zweckmäßigen Fall ist die Rüttelfunktions-Software eine Programmsektion der Zentralsteuerung. Alternativ könnte die Rüttelfunktions-Software auch im CAN-Knoten oder in einer Ventilelektronik aktivierbar bereitgestellt werden.

**[0014]** Baulich einfach ist die Rüttelfunktions-Software durch einen Schalter, eine Taste oder einen Druckknopf an oder nahe dem Werkzeug-Betätiger, vorzugsweise an einem Griff eines Joysticks, wahlweise aktivierbar und deaktivierbar. Die Deaktivierung könnte z.B. zeitabhängig auch programmiert erfolgen.

**[0015]** Alternativ könnte die Rüttelfunktions-Software durch einen an der Zentralsteuerung angeordneten Schalter, eine Taste oder einen Druckknopf zumindest aktiviert werden, oder in einem Bedienfeld eines Bedienpults, z.B. in einer Tastatur oder einer Touchscreen, und zwar wahlweise durch den Geräteführer.

**[0016]** Alternativ ist auch eine Ausführungsform zweckmäßig, bei der die Rüttelfunktions-Software automatisch zumindest aktiviert wird, wenn das Werkzeug beim Arbeiten zum Festsetzen neigen sollte oder sich festgesetzt hat. Dieser Zustand des Werkzeuges kann direkt oder indirekt über entsprechende überwachende Sensorik festgestellt und beispielsweise an die Zentralsteuerung gemeldet werden, die dann die Rüttelfunktions-Software automatisch zumindest aktiviert, und, beispielsweise, bei sich wieder normal bewegendem Werkzeug auch wieder automatisch deaktiviert.

**[0017]** Die Rüttelfunktion kann über nur einen (oder eine Gruppe gleichartig arbeitender) Hydrozylinder ausgeführt werden, der das Werkzeug in einer bestimmten Bewegungsrichtung bewegt. Alternativ ist es zur Steigerung der Effizienz der Rüttelfunktion möglich, gleichzeitig Rüttelfunktionen direkt in mehreren Hauptsteuerventilen für mehrere Hydrozylinder zu steuern, die das Werkzeug in unterschiedlichen Bewegungsrichtungen bewegen.

**[0018]** In einer zweckmäßigen Ausführungsform ist

das Hauptsteuerventil ein Mehrwege-Schieber, vorzugsweise ein Proportional-Schieber oder ein Schwarz/Weiß-Schieber, dessen Schieberkolben von dem wenigstens einen Magnetaktor verstellbar ist. Ein Proportional-Schieber steuert die Bewegungsrichtung und regelt die Bewegungsgeschwindigkeit z.B. lastunabhängig nach Maßgabe des beaufschlagenden Stroms des Magnetaktors. Ein Schwarz/Weiß-Schieber arbeitet mit Magneten, die zwischen einer aktivierten und einer stromlosen Kon-  
 5 dition umgeschaltet werden. Der Schieberkolben wird bei deaktivierter Rüttelfunktions-Software entsprechend einer Verstellung des Werkzeug-Betätigers z.B. stetig ver-  
 10 stellt, hingegen bei aktivierter Rüttelfunktions-Software unstetig, d.h. rüttelnd, vorzugsweise ruckartig und/oder in entgegengesetzten Stellrichtungen über kleine Stell-  
 15 hübe.

**[0019]** Ferner ist es zweckmäßig, wenn die Frequenz und/oder die Zeitdauer und/oder die Intensität jeder Volumenstromschwankung variierbar ist bzw. sind, um beim Rütteln ein optimales Arbeitsergebnis erzielen zu können.

**[0020]** Zweckmäßig ist die Rüttelfunktions-Software abgelegt, d.h. eingeschrieben und programmiert. Alternativ kann die Rüttelfunktions-Software auch aus einem mobilen Datenspeicher überspielt werden, beispielsweise um gegebene Software zu aktualisieren, oder die Rüttelfunktions-Software nur bei Bedarf abzurufen. Dies kann über einen USP-Stick, einen PC, oder ein Diagnosegerät an beispielsweise der Zentralsteuerung erfolgen.

**[0021]** Anhand der Zeichnungen werden Ausführungsformen des Erfindungsgegenstandes erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Seitenansicht eines Gutbearbeitungsgerätes, wie eines Hydraulikbaggers mit einem elektrohydraulischen Steuerungssystem,

Fig. 2 schematisch ein Detail des elektrohydraulischen Steuerungssystems,

Fig. 3 als Blockschaltbild eine konkrete Ausführungsform eines elektrohydraulischen Steuerungssystems, als nicht beschränkendes Beispiel,

Fig. 4 eine Detailvariante,

Fig. 5 eine weitere Detailvariante, und

Fig. 6 ein Schaubild zum über das elektrohydraulische Steuerungssystem gesteuerten Volumenstrom über der Zeit.

**[0022]** In Fig. 1 ist als nicht beschränkendes Beispiel eines z.B. mobilen Arbeitsgerätes ein Hydraulikbagger B schematisch in einer Seitenansicht angedeutet, der wenigstens ein Gutbearbeitungs-Werkzeug W, bei-

spielsweise eine Baggerschaufel, zum Bearbeiten eines Gutes G aufweist, und mit einem elektrohydraulischen Steuerungssystem E ausgestattet ist. Der Hydraulikbagger B weist ein auf Rädern 2 fahrbares Chassis 1 mit einer  
 5 Primärtriebsquelle und gegebenenfalls einer Batterie 3 sowie einen Führerstand 4 mit einem Bedienpult 5 und einem z.B. von Hand verstellbaren Werkzeug-Betätiger 6, beispielsweise einen Joystick, auf. Im Bedienpult 5 ist eine Zentralsteuerung Z vorgesehen, die computerisiert  
 10 und speicherprogrammierbar ist. An Bord ist ferner eine Steuerventilanordnung V platziert, die über die Zentralsteuerung Z und einem Bus C, beispielsweise einem CAN-Bus, entsprechend Verstellungen des Werkzeug-Betätigers 6 steuerbar ist. Ein am Chassis 1 schwenkbar  
 15 gelagerter Ausleger 7 ist mittels wenigstens eines über die Steuerventilanordnung V betätigbaren Hydrozylinders 8 verschwenkbar. Am Ausleger 7 ist das Werkzeug W beispielsweise schwenkbar angelenkt und mittels wenigstens eines weiteren Hydrozylinders 9, beispielsweise eines doppelt wirkenden Hydrozylinders, stetig be-  
 20 wegbar (Pfeile 11).

**[0023]** Optional kann eine Sensorik vorgesehen sein, die zumindest das Werkzeug W direkt oder indirekt überwacht, beispielsweise Sensoren 10 im Anlenkbereich  
 25 des Auslegers 7 und im Anlenkbereich des Werkzeuges W, wobei die Sensorik 10 ebenfalls mit der Zentralsteuerung Z oder dem Bus C verknüpft ist. Das elektrohydraulische Steuerungssystem E verfügt über Werkzeug-Rüttelfunktions-Software, mit der eine Rüttelfunktion F des Werkzeuges W steuerbar ist, beispielsweise angedeutet  
 30 durch die Richtungspfeile 12, d.h., um das Werkzeug W in der jeweiligen Bewegungsrichtung ruckartig schneller und langsamer zu bewegen, oder nur über kurze Bewegungshübe hin- und herzubewegen, falls das Werkzeug W bei der Bearbeitung des Gutes G zum Festsetzen neigen oder festgesetzt sein sollte.

**[0024]** Gemäß Fig. 2 ist in der Zentralsteuerung Z die Rüttelfunktions-Software als Programmsektion S abgelegt und bei Bedarf abrufbar oder aktivierbar. Die Steuerventilanordnung V umfasst beispielsweise mehrere Hauptsteuerventile V1, V2, die hier in Blockanordnung  
 40 zusammengefasst und gemeinsam an eine Druckquelle 14 und einen Rücklauf 15 angeschlossen sind, wobei nur vom Hauptsteuerventil V1 zum Hydrozylinder 9 geführte Arbeitsleitungen 16, 17 dargestellt sind. Die Druckquelle 14 kann eine Konstantpumpe sein oder eine Regelpumpe. Die Hauptsteuerventile V1, V2 und dgl. sind beispielsweise Proportional-Wegeschieber der Typen PSL oder PSV der Anmelderin, die gegebenenfalls nach dem  
 45 Load-Sensing-Prinzip arbeiten können. Jedes Hauptsteuerventil V1, V2 dient zur Steuerung der Bewegungsrichtung und Regelung der Bewegungsgeschwindigkeit des Hydrozylinders oder eines anderen Hydroverbrauchers.

**[0025]** Der CAN-Bus C ist beispielsweise zweiadrig und führt zu einem CAN-Anbausockel 26 an der Steuerventilanordnung V. Ferner ist die Steuerventilanordnung V an eine Stromversorgung 13 angeschlossen (zweiad-

rig), um die Steuerventile über entsprechende Magnetaktoren (siehe Fig. 5) aus der Zentralsteuerung Z über den CAN-Bus C betätigen zu können. Über eine Kolbenstange 18 des Hydrozylinders 9 wird beispielsweise das Werkzeug W in seiner Anlenkung am Ausleger 7 in Richtung der Pfeile 11, 12 bewegt. Der Ausleger 7 kann gleichzeitig bewegt werden.

**[0026]** Fig. 3 zeigt in einem Blockschaltbild die mit einem Anschlussblock 27 kombinierten Hauptsteuerventile V1, V2 als Mehrwege-Proportionalschieber, deren jeder an eine Druckleitung 28 und eine Rücklaufleitung 29 angeschlossen ist, und von dem die Arbeitsleitungen 16, 17 zum jeweiligen Hydrozylinder, z.B. dem Hydrozylinder 9, führen. In der Ausführungsform in Fig. 3 handelt es sich um 4/3-Proportional-Wegeschieber. Alternativ könnte das jeweilige Hauptsteuerventil V1, V2 ein 2/2-, 3/2-, 3/3-Wege-Steuerventil sein. In Fig. 3 sind als Magnetaktoren Proportionalmagneten 31a, 31b verbaut. Alternativ könnten anstelle von Proportionalmagneten auch Schwarz/Weiß-Magneten verbaut sein.

**[0027]** Das Hauptsteuerventil V1 in Fig. 3 weist einen Schieberkolben 21 auf, der in einem Blockgehäuse durch die Proportionalmagneten 31a, 31b zwischen unterschiedlichen Schaltstellungen stufenlos verstellbar ist. Die Proportionalmagneten 31a, 31b könnten den Schieberkolben 21 direkt betätigen. Um jedoch mit moderaten Magnetkräften auszukommen, sind in Fig. 3 optional Druckvorsteuerungen 30a, 30b für jeweils eine Verstellung des Kolbenschiebers 21 vorgesehen, d.h., jeder Proportionalmagnet 31a, 31b steuert eine Druckvorsteuerung 30a, 30b, die wiederum den Schieberkolben 21 verstellt. Die Magneten des Hauptsteuerventils V1, das eine integrierte Ventil-Elektronik enthalten kann, sind mit einem CAN-Knoten in den CAN-Bus C von

**[0028]** Fig. 1 und 2 eingegliedert. Eine Federanordnung 32 dient zum Zentrieren des Schieberkolbens 21 in der gezeigten Neutralstellung, in der die Arbeitsleitungen 16, 17 wie auch die Druck- und Rücklaufleitungen 28, 29 abgesperrt sind. Ferner ist ein den jeweiligen Lastdruck abgreifender Zulaufregler 33 (optional) vorgesehen. Die Proportionalmagneten 31a, 31b bilden, gegebenenfalls kombiniert mit der Ventil-Elektronik, den wenigstens einen Magnetaktor 22 des Hauptsteuerventils V1. Im CAN-Knoten 23 oder angrenzend zu diesem ist optional ein Wegaufnehmer 30 vorgesehen und an den CAN-Bus C angeschlossen, um die jeweilige Position des Schieberkolbens 21 überwachen zu können.

**[0029]** Fig. 4 zeigt schematisch am Bedienpult 5 oder an einem Griff 19 des Werkzeug-Betätigers (Joystick) einen Druckknopf 20, eine Taste, einen Schalter, oder dgl., mit welchem die Rüttelfunktion F aktivierbar und gegebenenfalls auch deaktivierbar ist. Die Programmsektion S, die die Rüttelfunktions-Software repräsentiert, ist in der Zentralsteuerung Z enthalten oder abgelegt, d.h. entweder von vorneherein bereitgestellt oder nachträglich programmiert.

**[0030]** In der Detailvariante in Fig. 5 ist die Eingliederung des Hauptsteuerventils V1 in den CAN-Bus C mit

dem CAN-Knoten 23 gezeigt, mit dem die Magnetaktorik 22 verbunden ist, um den Schieberkolben 21 zu betätigen. Als Alternative ist hierbei die Programmsektion S korrespondierend mit der Rüttelfunktions-Software entweder im CAN-Knoten 23 oder in einer Ventil-Elektronik 24 vorgesehen und z.B. über den CAN-Bus C und die Zentralsteuerung Z aktivierbar.

**[0031]** Fig. 6 zeigt in einem Schaubild die Überlagerung der Rüttelfunktion F mit einer Volumenstrom-Sollwertkurve 25 eines Sollvolumenstroms  $Q_s$ . Der Volumenstrom ist auf der vertikalen Achse Q aufgetragen, die Zeit hingegen auf der horizontalen Achse t. Die in diesem Ausführungsbeispiel parallel zur Zeitachse t gezeigte Volumenstrom-Sollkurve repräsentiert eine bestimmte stetige Bewegungsgeschwindigkeit des Werkzeuges W. Mit Aktivierung der Rüttelfunktions-Software werden der Kurve 25 Volumenstromschwankungen  $Q'$  überlagert, deren Frequenz f, jeweilige Zeitdauer w und/oder jeweilige Intensität oder Amplitude a zweckmäßig variierbar sind. Die Volumenstromschwankungen Q in der linken Hälfte von Fig. 6 repräsentieren Volumenstromzunahmen gegenüber der Sollwertkurve 25, während im rechten Teil der Figur die Volumenstromschwankungen  $Q'$  Zu- und Abnahmen gegenüber der Volumenstrom-Sollwertkurve 25 repräsentieren.

**[0032]** Die Volumenstromschwankungen  $Q'$  werden bei aktivierter Rüttelfunktion F zweckmäßig durch Steuerstrombeaufschlagung der Ventil-Elektronik 24 oder des jeweiligen Magnetaktors mit einer Frequenz f zwischen etwa 1,0 bis etwa 30 Hz, vorzugsweise um etwa 10 Hz, generiert, weil eine permanente Strombeaufschlagung des Magnetaktors dessen Überlastung zur Folge haben könnte. Um die Volumenstrom-Sollwertkurve 25 einzusteuern, wird hingegen der jeweilige Magnetaktor bzw. die Ventil-Elektronik 24 mit einer Dither-Frequenz zwischen etwa 40 und 100 Hz, vorzugsweise um etwa 55 Hz, mit Steuerstrom getaktet. Aus dieser relativ höheren Frequenz gegenüber der Frequenz f der Volumenstromschwankungen  $Q'$  resultiert eine stetige Verstellung des Schieberkolbens 21 oder ein Verharren des Schieberkolbens 21 in einer eingestellten Steuerstellung. Hingegen bewirken die niederfrequenten Volumenstromschwankungen  $Q'$  ruckartige Bewegungen des Schieberkolbens 21, ausgehend von seiner jeweils eingestellten Steuerstellung oder ausgehend von der Neutralstellung des Hauptsteuerventils V1, V2.

**[0033]** In den gezeigten Ausführungsformen wird das Werkzeug W bei aktivierter Rüttelfunktion in einer Bewegungsrichtung durch die Volumenstromschwankungen bewegt, beispielsweise der vom Hydrozylinder 9 überwachten Bewegungsrichtung. Es ist jedoch durchaus möglich, gleichzeitig mehrere Hydrozylinder mit Volumenstromschwankungen zu beaufschlagen, um die Rüttelfunktion in mehreren Bewegungsrichtungen des Werkzeuges W auszuführen, wie beispielsweise in Fig. 1 durch die weiteren Richtungspfeile für die Rüttelfunktion beim Hydrozylinder 8 angedeutet. In diesem Fall würde das Werkzeug W um die Anlenkung am Ausleger

7 bei der Rüttelfunktion bewegt werden, und gleichzeitig um die Anlenkung des Auslegers 7 im Chassis 1, um den Effekt der Rüttelfunktion zu intensivieren.

### Patentansprüche

1. Elektrohydraulisches Steuersystem (E) für wenigstens ein hydraulisch bewegbares Gutbearbeitungswerkzeug (W), insbesondere eines Hydraulikbaggers (B), mit einer computerisierten, speicherprogrammierbaren Zentralsteuerung (Z), an die ein mechanisch verstellbarer Werkzeug-Betätiger (6) angeschlossen ist, und die über einen Bus (C) mit zumindest einem Magnetaktor (22) wenigstens eines Hauptsteuerventils (V1, V2) jeweils wenigstens eines Hydrozylinders (8, 9) zum Bewegen des Werkzeuges (W) verbunden ist, wobei in der Speicherprogrammierung Werkzeug-Rüttelfunktions-Software bedarfsabhängig aktivierbar abgelegt ist, mit der direkt im Hauptsteuerventil (V1, V2) mittels des Magnetaktors (22) Volumenschwankungen (Q') für den Hydrozylinder (8, 9) zum Ausführen einer Rüttelfunktion (F) des Werkzeuges (W) steuerbar sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Magnetaktor (22) des Hauptsteuerventils (V1, V2) zum Bewegen oder Halten des Werkzeuges (W) bei deaktivierter Rüttelfunktion mit Steuerstromsignalen mit einer Dither-Frequenz zwischen etwa 40 Hz und etwa 100 Hz und bei aktivierter Rüttelfunktion mit Steuerstromimpulsen mit einer niedrigeren Frequenz (f) zwischen 1,0 und etwa 30 Hz, vorzugsweise um etwa 10 Hz, betätigbar ist.
2. Elektrohydraulisches Steuersystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dither-Frequenz etwa 55 Hz beträgt.
3. Elektrohydraulisches Steuersystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerstromimpulse bei aktivierter Rüttelfunktion den mit der Dither-Frequenz aufgebrauchten Steuerstromsignalen überlagert sind.
4. Elektrohydraulisches Steuersystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bus (C) ein CAN-Bus ist, und dass das Hauptsteuerventil (V1, V2) mit einem CAN-Knoten (23) in den CAN-Bus eingliedert und zur CAN-Direktansteuerung ausgebildet ist.
5. Elektrohydraulisches Steuersystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rüttelfunktions-Software eine eingeschriebene oder eingespielte Programmsektion (S) in der Zentralsteuerung (Z) oder einem CAN-Knoten (23) oder einer Ventilelektronik (24) im Hauptsteuerventil (V1, V2) ist.
6. Elektrohydraulisches Steuersystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rüttelfunktions-Software durch einen Schalter, eine Taste oder einen Druckknopf (20) am oder nahe dem Werkzeug-Betätiger (6), vorzugsweise einem Griff (19) eines Joysticks, wahlweise aktivierbar und deaktivierbar ist.
7. Elektrohydraulisches Steuersystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rüttelfunktions-Software durch einen an der Zentralsteuerung (Z) angeordneten Schalter, eine Taste oder einen Druckknopf (20), oder in einem Bedienfeld eines Bedienpults (5),, z.B. in einer Tastatur oder einer Touchscreen, wahlweise aktivierbar und deaktivierbar ist.
8. Elektrohydraulisches Steuersystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rüttelfunktions-Software über eine das Werkzeug (W) direkt oder indirekt überwachende Sensorik (10) automatisch zumindest aktivierbar ist.
9. Elektrohydraulisches Steuersystem nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** gleichzeitig und direkt in mehreren Hauptsteuerventilen (V1, V2) mehrere Hydrozylinder (8, 9) für unterschiedliche Bewegungsrichtungen des Werkzeuges (W) steuerbar sind.
10. Elektrohydraulisches Steuersystem nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit aktivierter Rüttelfunktions-Software gesteuerte Volumenschwankungen (Q') einem Volumenstrom-Sollwert (Q<sub>S</sub>) des Hauptsteuerventils (V1, V2) überlagerbar sind.
11. Elektrohydraulisches Steuersystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hauptsteuerventil (V1, V2) ein Mehrwege-Schieber, vorzugsweise ein Proportional-Schieber oder ein Schwarz/Weiß-Schieber ist, dessen Schieberkolben (21) bei deaktivierter Rüttelfunktions-Software entsprechend einer Verstellung des Werkzeug-Betätigers (6) stetig verstellbar ist, und dass der Schieberkolben (21) bei aktivierter Rüttelfunktions-Software unstetig, vorzugsweise ruckartig und/oder in entgegengesetzten Stellrichtungen verstellbar ist.
12. Elektrohydraulisches Steuersystem nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Frequenz (f) und/oder die Zeitdauer (w) und/oder die Intensität (a) jeder Volumenschwankung (Q') variierbar ist bzw. sind.

## Claims

1. Electrohydraulic control system (E) for at least one hydraulically movable material processing tool (W), in particular of a hydraulic dredger (B), with a computerized, memory-programmable central control (Z), to which a mechanically adjustable tool actuator (6) is connected, and which is connected via a bus (C) with at least one magnetic actuator (22) of at least one main control valve (V1, V2) of at least one hydraulic cylinder (8, 9) each for moving the tool (W), wherein tool vibration-function software is stored in the memory programming such that it can be activated as required, by means of which volume flow fluctuations (Q') for the hydraulic cylinder (8, 9) for carrying out a vibration-function (F) of the tool (W) can be controlled directly in the main control valve (V1, V2) by means of the magnet actuator (22), **characterised in that** the magnet actuator (22) of the main control valve (V1, V2) is operable for moving or holding the tool (W) with control current signals having a dither frequency between approximately 40 Hz and approximately 100 Hz when the vibration-function is deactivated and with control current pulses having a lower frequency (f) between 1.0 and approximately 30 Hz, preferably around approximately 10 Hz, when the vibration-function is activated.
2. Electrohydraulic control system according to claim 1, **characterised in that** the dither frequency is about 55 Hz.
3. Electrohydraulic control system according to claim 1, **characterised in that** the control current pulses are superimposed on the control current signals applied with the dither frequency when the vibration-function is activated.
4. Electrohydraulic control system according to claim 1, **characterised in that** the bus (C) is a CAN bus, and **in that** the main control valve (V1, V2) is integrated into the CAN bus with a CAN node (23) and is configured for CAN direct control.
5. Electrohydraulic control system according to claim 1, **characterised in that** the vibration-function software is a program section (S) written or loaded in the central control (Z) or a CAN node (23) or a valve electronics (24) in the main control valve (V1, V2).
6. Electrohydraulic control system according to claim 1, **characterised in that** the vibration-function software can be selectively activated and deactivated by a switch, a button or a push-button (20) on or near the tool actuator (6), preferably a handle (19) of a joystick.
7. Electrohydraulic control system according to claim 1, **characterised in that** the vibrating function software can be selectively activated and deactivated by a switch arranged on the central control (Z), a key or a push-button (20), or in a control panel of a control board (5), e.g. in a keyboard or a touch screen.
8. Electrohydraulic control system according to claim 1, **characterised in that** the vibration-function software can automatically at least be activated via a sensor system (10) directly or indirectly monitoring the tool (W).
9. Electrohydraulic control system according to at least one of the preceding claims, **characterised in that** several hydraulic cylinders (8, 9) can be controlled simultaneously and directly in several main control valves (V1, V2) for different directions of movement of the tool (W).
10. Electrohydraulic control system according to claim 3, **characterised in that** volume flow fluctuations (Q') controlled with activated vibration-function software can be superimposed on a volume flow target value (Q<sub>S</sub>) of the main control valve (V1, V2).
11. Electrohydraulic control system according to claim 1, **characterised in that** the main control valve (V1, V2) is a multi-way slide valve, preferably a proportional slide valve or a black/white slide valve, the slide piston (21) of which is continuously adjustable when the vibration-function software is deactivated in accordance with an adjustment of the tool actuator (6), and **in that**, when the vibration-function software is activated, the slide piston (21) is non-continuously adjustable, preferably jerky and/or in opposite actuating directions.
12. Electrohydraulic control system according to claim 10, **characterised in that** the frequency (f) and/or the duration (w) and/or the intensity (a) of each volume flow fluctuation (Q') is/are variable.

## Revendications

1. Système de commande hydroélectrique (E) pour au moins un outil (W) de traitement de matériau, en particulier d'une pelle mécanique hydraulique (B), comprenant une commande centrale informatisée (Z) à automate programmable industriel à laquelle un élé-

- ment mécaniquement déplaçable de commande (6) de l'outil est connecté et laquelle est connecté, par un bus (C), à au moins un actionneur à solénoïde (22) d'au moins une valve de commande principal (V1, V2) chacune d'au moins un vérin hydraulique (8, 9) pour déplacer ledit outil (W), un logiciel à fonction de secouement de l'outil étant stocké dans l'automate programmable industriel de façon à être activable si nécessaire, ledit logiciel étant apte à commander, directement dans ladite valve de commande principal (V1, V2) et moyennant ledit actionneur à solénoïde (22), des variations (Q') du débit volumique pour le vérin hydraulique (8, 9) pour effectuer une fonction de secouement (F) de l'outil (W), **caractérisé en ce que** ledit actionneur à solénoïde (22) de ladite valve de commande principal (V1, V2) est apte à être actionnée, afin de déplacer ou maintenir l'outil (W) lorsque la fonction de secouement est en état désactivé, par des signaux électriques de pilotage présentant une fréquence dither entre environ 40 Hz et environ 100 Hz et, lorsque la fonction de secouement est en état activé, par des impulsions électriques de pilotage présentant une fréquence (f) inférieure entre environ 1,0 Hz et environ 30 Hz, de préférence environ 10 Hz.
2. Système de commande hydroélectrique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la fréquence dither est environ de 55 Hz.
  3. Système de commande hydroélectrique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, lorsque la fonction de secouement est en état activé, lesdites impulsions électriques de pilotage sont superposées audits signaux électriques de pilotage présentant la fréquence dither.
  4. Système de commande hydroélectrique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le bus (C) est un bus CAN, et **en ce que** la valve de commande principal (V1, V2) est intégrée dans le bus CAN moyennant un noeud CAN (23) et adaptée pour un pilotage direct par voie de CAN.
  5. Système de commande hydroélectrique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le logiciel à fonction de secouement est une section de programme (S) enregistrée ou installée dans la commande centrale (Z) ou un noeud CAN (23) ou une électronique de valve (24) dans la valve de commande principal (V1, V2).
  6. Système de commande hydroélectrique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le logiciel à fonction de secouement est apte à être sélectivement activé ou désactivé par un interrupteur, une touche ou un bouton-poussoir (20) sur ou près de l'élément de commande (6) de l'outil, de préférence une poignée (19) d'un joystick.
  7. Système de commande hydroélectrique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le logiciel à fonction de secouement est apte à être sélectivement activé ou désactivé par un interrupteur, une touche ou un bouton-poussoir (20) disposé(e) sur la commande centrale (Z) ou sur un panneau de commande d'un pupitre de commande (5), par exemple sur un clavier ou un écran tactile.
  8. Système de commande hydroélectrique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le logiciel à fonction de secouement est apte à être automatiquement au moins activé par un système capteur (10) surveillant l'outil (W) de façon directe ou indirecte.
  9. Système de commande hydroélectrique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** plusieurs vérins hydrauliques (8, 9) pour différentes directions de mouvement de l'outil (W) peuvent être commandés par plusieurs valves de commande principaux (V1, V2) de façon simultanée et directe.
  10. Système de commande hydroélectrique selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** des variations (Q') du débit volumique qui sont commandées pendant que le logiciel à fonction de secouement est en état activé peuvent être superposées à une valeur de consigne (Q<sub>S</sub>) du débit volumique de la valve de commande principal (V1, V2).
  11. Système de commande hydroélectrique selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la valve de commande principal (V1, V2) est un distributeur à tiroir, de préférence un distributeur à tiroir à commande proportionnelle ou un distributeur à tiroir à commande tout ou rien dont le tiroir (21), lorsque le logiciel à fonction de secouement est en état désactivé, est déplaçable de façon continue en fonction du déplacement de l'élément de commande (6) de l'outil, et **en ce que** le tiroir (21), lorsque le logiciel à fonction de secouement est en état activé, est déplaçable de façon discontinue, de préférence de façon saccadée et/ou dans différentes directions de déplacement.
  12. Système de commande hydroélectrique selon la revendication 10, **caractérisé en ce qu'on** peut modifier la fréquence (f) et/ou la durée (w) et/ou l'intensité (a) de chaque variation (Q') du débit volumique.

FIG. 1

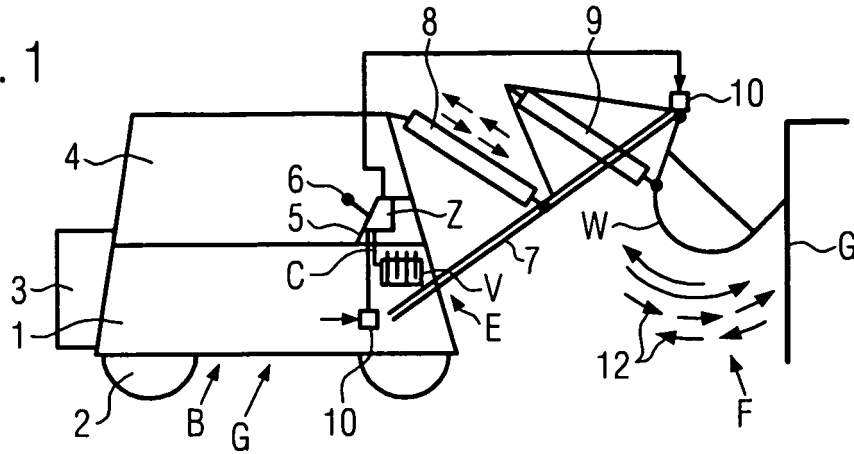


FIG. 2

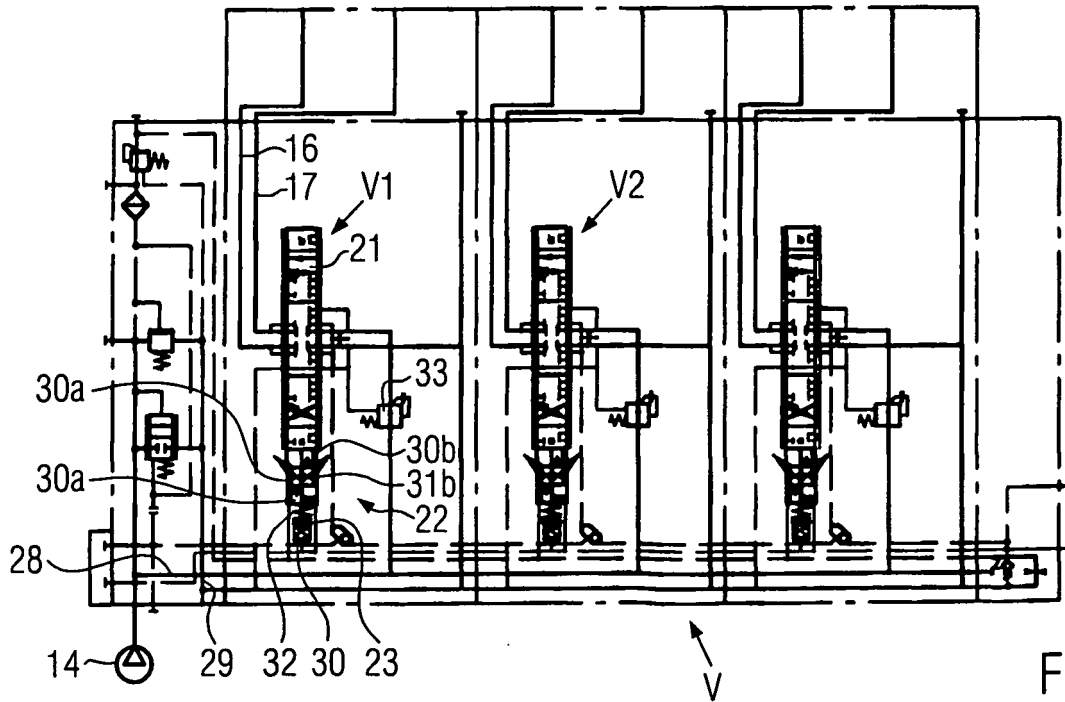
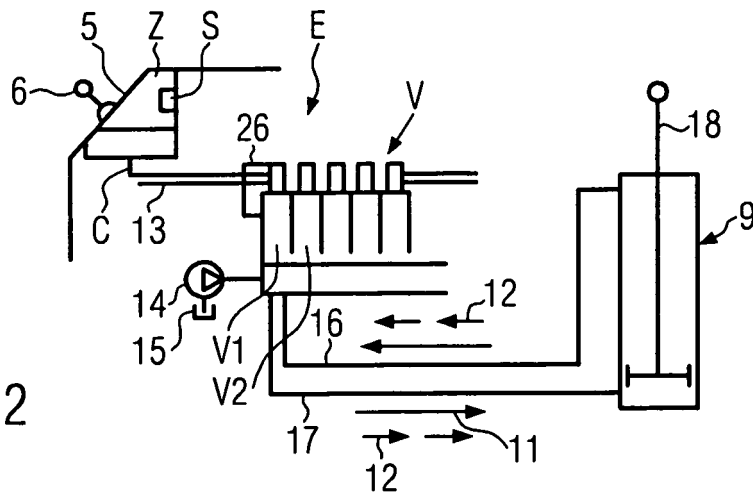


FIG. 3

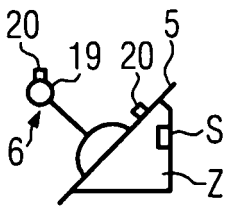


FIG. 4

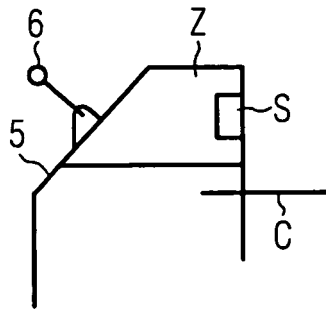


FIG. 5

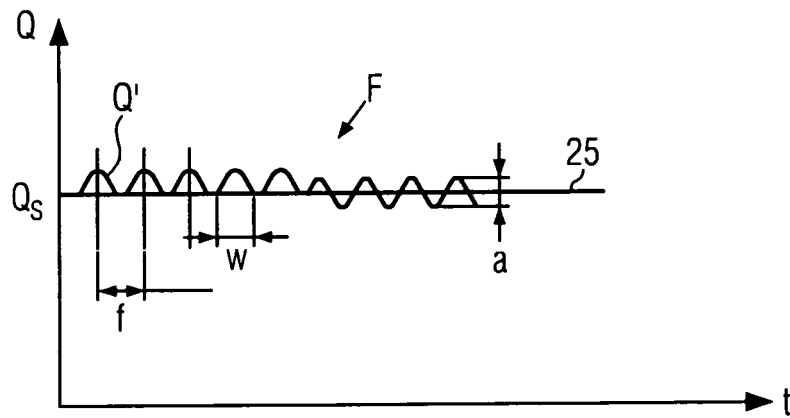
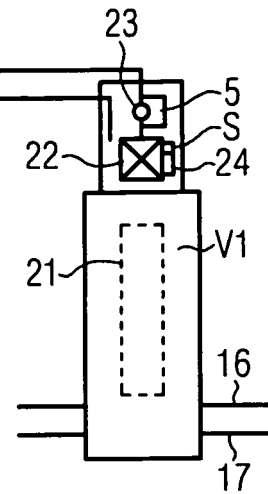


FIG. 6

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 2063159 B1 [0002]
- EP 0511383 A1 [0005]
- US 2009031891 A1 [0006]
- EP 1361312 A1 [0007]