



(11) **EP 1 230 998 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
21.10.2009 Patentblatt 2009/43

(51) Int Cl.:
B21D 39/04 (2006.01) **B25B 27/10** (2006.01)
B25F 5/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **02000190.5**

(22) Anmeldetag: **10.01.2002**

(54) **Verfahren zum automatischen Steuern von elektro-hydraulischen Handwerkzeugen und Anordnung hierfür**

Method of automatically controlling electro-hydraulic handtools and assembly therefor

Méthode de contrôle automatique d'un outil électro-hydraulique et arrangement approprié

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**

(30) Priorität: **12.02.2001 DE 10106360**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.08.2002 Patentblatt 2002/33

(73) Patentinhaber: **Rothenberger Aktiengesellschaft
65779 Kelkheim (DE)**

(72) Erfinder:
• **Goldbach, Gerhard
65520 Bad Camberg (DE)**

• **Langholz, Ralph
65812 Bad Soden (DE)**
• **Waltersdorf, Manfred
61462 Königstein (DE)**

(74) Vertreter: **Zapfe, Hans
Patentanwalt,
Postfach 20 01 51
63136 Heusenstamm (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
DE-C1- 19 535 691 DE-U1- 29 502 032
JP-A- 11 198 058

EP 1 230 998 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 Verfahren zum automatischen Steuern von elektro-hydraulischen Handwerkzeugen nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und eine Anordnung hier für nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 3. Ein derartiges Verfahren und eine derartige Anordnung sind bekannt von der DE 195 35 691 C1.

[0002] Bei zahlreichen Bearbeitungsvorgängen von Werkstücken, insbesondere beim Verbinden von Rohrleitungen im Heizungs- und Sanitärbereich, ist es erforderlich, einen möglichst genauen Zeit- und Kräfteverlauf einzuhalten. Einerseits muß die Maximalkraft ausreichend hoch sein, um ein sicheres Arbeitsergebnis, z.B. eine dauerhaft dichte Rohrverbindung, zu erzielen, andererseits darf die Maximalkraft weder die Festigkeit des Werkstücks noch die des Werkzeugs übersteigen. Diese Forderungen sind gemeinsam nur schwer zu erfüllen. Zudem steigen die Anforderungen an Kontrollmöglichkeiten der Arbeitsvorgänge und der Funktion der Werkzeuge ggf. auch im Zusammenhang mit Wartungs-, Inspektions- und Garantiebestimmungen.

[0003] Durch die DE 21 36 782 C2 ist ein pneumatisch oder hydraulisch angetriebenes Handwerkzeug mit einem Arbeitskolben und einem Pressenkopf zum Herstellen von Rohrverbindungen bekannt. Der Arbeitskolben wird nach jedem Pressvorgang durch eine Rückzugsfeder in die Ausgangslage zurück geführt. Die Druckmittelerzeugung und -steuerung ist jedoch nicht Teil des Handwerkzeugs und auch nicht beschrieben.

[0004] Durch die US-A-2 254 613 ist eine hydraulische Presse mit einer Handpumpe, mit einem Arbeitskolben und einem Pressenkopf bekannt, bei der der Arbeitskolben gleichfalls nach jedem Pressvorgang durch seine Rückstellfeder in die Ausgangslage zurück geführt wird. Die Rückstellbewegung erfolgt bis zum Ende automatisch durch ein in einem Bypass angeordnetes und vorgesteuertes Überdruckventil, das eine Kegelspitze und einen nachgeschalteten größeren Ventilteller besitzt, der nach dem Öffnen der Kegelspitze wirksam wird. Dadurch erhält das Ventil ein Hystereseverhalten, d.h., es wird auch bei abnehmendem Druck durch die Hydraulikflüssigkeit offen gehalten. Die Handpresse besitzt auch eine NOT-Auslösetaste. Eine elektrische oder elektronische Steuerung des Hydrauliksystems ist wegen der Handpumpe weder vorgesehen noch möglich.

[0005] Durch die DE 195 35 691 C1 der gleichen Anmelderin ist ein elektro-hydraulisches Handwerkzeug bekannt, das gleichfalls einen Arbeitskolben besitzt und für das Aufsetzen eines Pressenkopfes vorgesehen ist. Dabei wird der Arbeitskolben gleichfalls nach jedem Pressvorgang durch seine Rückstellfeder in die Ausgangslage zurück geführt. Die Rückstellbewegung erfolgt bis zum Ende automatisch durch ein in einem Bypass angeordnetes Ventilsystem. Eine elektrische oder elektronische Steuerung des Hydrauliksystems ist nicht vorgesehen. Vielmehr erfolgt eine hydraulisch-mechanische Verriegelung des Betriebsschalters bis zur Beendigung des Pressvorgangs. Ein Pressenkopf hierfür ist in der DE 44 46 504 C1 beschrieben.

[0006] Durch die gattungsfremde EP 0 445 084 A2 ist es bei einem elektrischen, nicht hydraulischen Schraubendreher für spreizbare Hohldübel bekannt, die Abschaltung des Motors beim Erreichen der maximalen Stromaufnahme einzuleiten und die Drehrichtung automatisch umzukehren. Dies ist dann der Fall, wenn die Stromaufnahme einen vorgegebenen, voreingestellten Wert überschreitet. Durch eine Verzögerungsschaltung wird gewährleistet, daß der Endzustand der Verklammerung bzw. Spreizung auch tatsächlich erreicht wird.

[0007] Durch das DE 295 02 032.6 U1 ist es bei einem elektrohydraulisch angetriebenen Preßwerkzeug bekannt, den Elektromotor beim Erreichen eines vorgegebenen Preßdrucks abzuschalten, der indirekt durch Messung der Stromaufnahme ermittelt wird. Dadurch soll es dem Benutzer ermöglicht werden, visuell festzustellen, ob die Preßbacken des Preßwerkzeugs auch wirklich geschlossen sind und die vollständige Verpressung einer Rohrverbindung erreicht ist. Eine visuelle Kontrolle ist aber nur möglich, wenn der Benutzer die ergonomische Position der Maschinenbedienung verläßt. Danach muß der Benutzer die Drehrichtung des Motors manuell umschalten, um das Werkzeug von der Rohrverbindung abnehmen zu können. Eine Druckbegrenzung durch ein hydraulisches Überdruckventil und eine automatische Verfolgung des Motorstroms unter Berücksichtigung vorgegebener Stromwerte sind nicht vorgesehen. Durch das Fehlen eines Überdruckventils läßt sich auch nicht der Stromabfall nach dem Ansprechen eines solchen Ventils erfassen und zu Steuerungszwecken auswerten.

[0008] Durch die EP 0 824 979 A1 ist es bekannt, zwischen den Preßbacken eines Pressenkopfes einen elektromagnetischen Weggeber in Form eines Abstandssensors vorzusehen, der die Motorleistung beim Annähern der Preßbacken automatisch reduziert, um die kinetische Energie des Antriebssystems nach dem Zurücklegen des Leerhubs und vor Erreichen der Endstellung der Preßbacken zu reduzieren und dadurch die unterschiedlichen Verformungskräfte unterschiedlicher Rohrverbindungen (Fließverhalten des Werkstoffs, Wanddicke und Durchmesser zu berücksichtigen. Dadurch sollen trotz einer vollständigen Verpressung der Rohrverbindung eine Überlastung der Preßbacken und ein vorzeitiger Verschleiß von Lagerstellen im Pressenkopf und dessen Antriebssystem verhindert werden. Eine automatische Verfolgung des Motorstroms unter Berücksichtigung vorgegebener Stromwerte sind nicht vorgesehen. Zwar ist ein Überdruckventil offenbart, jedoch nur zu dem Zweck der Endkraftbegrenzung, nicht aber zur Kontrolle und Steuerung der Motorabschaltung.

[0009] Durch das Abstract der JP 11198058 A ist es bei einem rein elektrisch angetriebenen Werkzeug zur Herstellen von Sicken bekannt, den Verlauf des Motorstroms durch einen Stromsensor zu überwachen. Beim Überschreiten eines

vorgegebenen Wertes für den Motorstrom wird ein Mikrocomputer mit einem Zeitglied gestartet. Beim überschreiten von zwei Sekunden und einem geringeren Ansteigen des Motorstroms leuchtet eine Leuchtdiode auf, um dem Bediener anzuzeigen, daß der Preßvorgang beendet ist. Weder ist das Überwachen des Ansprechens eines (nicht offenbaren) überdruckventils durch Strommessung offenbart noch die automatische Motorabschaltung nach Unterschreiten eines gespeicherten niedrigeren Stromwertes.

[0010] Der Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zugrunde, ein Handwerkzeug der eingangs beschriebenen Gattung anzugeben, bei dem der Pumpenmotor zumindest im wesentlichen durch den Druckverlauf im Hydrauliksystem gesteuert wird.

[0011] Die Lösung der gestellten Aufgabe erfolgt bei dem Verfahren nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 durch die Merkmale im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 und bei der Anordnung nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 3 durch die Merkmale im Kennzeichen des Patentanspruchs 3.

[0012] Durch diese Lösungen wird die gestellte Aufgabe in vollem Umfange gelöst, insbesondere wird ein Handwerkzeug der eingangs beschriebenen Gattung angegeben, bei dem der Pumpenmotor zumindest im wesentlichen durch den Druckverlauf im Hydrauliksystem gesteuert wird. Die Erfindung beruht auf der Überlegung, daß der Motorstrom des Pumpenmotors ein ausreichend genaues bzw. proportionales Abbild des Druckverlaufs im Hydrauliksystem und damit des Kräfteverlaufs beim Arbeitsvorgang ist, und daß diese Eigenschaft nach Umsetzung des Motorstroms in elektrische bzw. elektronische Signale zur Steuerung und zur Kontrolle des Arbeitsvorganges durch einen Mikroprozessor mit Datenspeichern und Speicherplätzen für vorgebbare und ggf. veränderbare Sollwerte und Betriebsparameter verwendet werden kann. Die Signalauswertung kann in Verbindung mit gespeicherten zeitabhängigen Signalen und Prozeßparametern weiter ausgestaltet werden. Weitere Vorteile sind in der Detailbeschreibung angegeben.

[0013] Es ist dabei im Zuge einer weiteren Ausgestaltung des Verfahrens besonders vorteilhaft wenn - entweder einzeln oder in Kombination - :

- * das Einleiten des Arbeitsvorganges durch eine gespeicherte Sperrzeit verzögert wird und wenn die gesamte Einschaltdauer des Motorstromes durch einen gespeicherten Maximalzeitwert begrenzt wird.

[0014] Es ist dabei im Zuge weiterer Ausgestaltungen der Anordnung besonders vorteilhaft wenn - entweder einzeln oder in Kombination - :

- * zwischen einer Stromquelle für den Motorstrom ein Spannungssensor für die Messung der Spannung der Stromquelle angeordnet ist und wenn der Spannungssensor dem Mikroprozessor aufgeschaltet ist,

- * zwischen dem Spannungssensor und dem Mikroprozessor ein Spannungsregler für die Betriebsspannung des Mikroprozessors angeordnet ist,

- * dem Mikroprozessor ein Analog-Digital-Wandler zugeordnet ist, dem die Ausgänge des Stromsensors und des Spannungssensors aufgeschaltet sind,

- * dem Mikroprozessor in Parallelschaltung mindestens zwei Schalter für die lageunabhängige Bedienung des Handwerkzeugs aufgeschaltet sind,

- * die Schalter nach Ablauf der Sperrzeit blockierbar sind,

- * dem Mikroprozessor eine Signaleinrichtung für die Anzeige des Betriebszustandes des Handwerkzeugs zugeordnet ist,

- * die Signaleinrichtung als blinkende Mehrfach-Farbanzeige ausgebildet ist,

- * dem Mikroprozessor mindestens ein Datenspeicher für die Betriebshistorie des Handwerkzeugs zugeordnet ist,

- * dem Mikroprozessor eine Schnittstelle für die Abfrage der Betriebshistorie zugeordnet ist,

- * dem Mikroprozessor mindestens ein Wartungszähler für die Speicherung und Anzeige von Wartungsintervallen und Inspektionsfähigkeiten des Handwerkzeugs zugeordnet ist,

- * der Schnittstelle ein Infrarot-Übertrager zugeordnet ist, und/oder, wenn

- * im Datenspeicher eine maximale Leerlaufzeit für den Pumpenmotor und ein Minimalwert für den Motorstrom

abgelegt sind, und wenn die Anordnung so getroffen ist, daß der Pumpenmotor wieder ausgeschaltet wird, wenn der Minimalwert für den Motorstrom nicht innerhalb der Leerlaufzeit überschritten wird.

[0015] Ein Ausführungsbeispiel des Erfindungsgegenstandes und seine Funktionsweise werden nachfolgend anhand der Figuren 1 und 2 näher erläutert.

[0016] Es zeigen:

Figur 1 ein Schaltbild einer Anordnung zum Steuern von elektro-hydraulischen Handwerkzeugen zum Herstellen von Rohrverbindungen durch plastische Verformung von Rohrwerkstoffen,

Figur 2 Kurvendarstellungen der Stromverläufe bei verschiedenen Betriebszuständen über der Zeit.

[0017] In Figur 1 ist ein Antriebszylinder 1 mit einem einseitig wirkenden Arbeitskolben 2 dargestellt, der von einer Rückstellfeder 3 beaufschlagt ist und eine Kolbenstange 4 aufweist. Diese Kolbenstange kann z.B. mit Spreizrollen für einen hier nicht dargestellten, austauschbaren Pressenkopf versehen sein, wie er für das radiale Verpressen von Rohrkupplungen verwendet wird. Ein solcher Pressenkopf in der DE 44 46 504 C1 offenbart.

[0018] Das Handwerkzeug besitzt eine Pumpe 5, die in einer Förderleitung 6 zwischen einem Tank 7 und dem Antriebszylinder 1 angeordnet ist, und eine als Bypass vorgesehene Rückströmleitung 8, die den Antriebszylinder 1 mit dem Tank 7 verbindet und in der ein vorgesteuertes Überdruckventil 9 mit Hysteresewirkung angeordnet ist. Die Auslegung und Einstellung des Überdruckventils 9 (Feder/Ventilfläche) muß in jedem Falle so sein, daß das Ventil nicht vor Erreichen der vorgegebenen maximalen Preßkraft öffnet (Sicherheit der Preßverbindung). Die Abhängigkeiten sind u.a. folgende: 1. Vom Verformungswiderstand (u.a. abhängig von Rohrwerkstoff, Rohrpaarung und Rohrdurchmesser) und 2. vom Hydraulikfluid in Verbindung mit Strömungsquerschnitten, Viskosität und Temperatur.

[0019] Die Auslegung des Überdruckventils 9 erfolgt in der Richtung, daß mit dem Handwerkzeug z.B. durch Austausch des Pressenkopfes Rohrverbindungen mit unterschiedlichen Durchmessern (z.B. von 16 bis 54 mm Durchmesser) hergestellt werden können, wobei die Auslegung dem größtmöglichen Durchmesser der Rohrverbindung zusätzlich einem Sicherheitszuschlag entspricht. In allen Fällen steigt der Druck am Ende eines Preßvorganges dadurch steil an, daß die Preßbacken des Pressenkopfes aufeinander treffen. Dies ist auch bei Pressenköpfen für Rohrdurchmesser am unteren Ende des obigen Bereichs der Fall. Dem Überdruckventil 9 ist noch ein hier nicht dargestellter Not-Auslösehebel zugeordnet, mit dem das Ventil jederzeit von Hand geöffnet werden kann.

[0020] Beiderseits der Pumpe 5 sind Rückschlagventile 10 und 11 vorgesehen. Der hydraulische Teil der Anordnung ist z.B. in der US-A-2 254 613 beschrieben, allerdings in Verbindung mit einer Handpumpe.

[0021] Im vorliegenden Fall wird die Pumpe 5 durch einen elektrischen Pumpenmotor 12 angetrieben, in dessen Versorgungsleitung 13 ein als Halbleiterschalter (z.B. MOS) ausgebildeter Leistungsschalter 14 angeordnet ist, durch den der Pumpenmotor 12 strom- und zeitabhängig durch einen Mikroprozessor 15 angesteuert wird. In der Versorgungsleitung 13 des Pumpenmotors 12 ist ein Stromsensor 16 angeordnet, dessen Ausgang dem Mikroprozessor 15 über eine Leitung 17 zwecks Vergleich mit mindestens einem gespeicherten Sollwert für den Motorstrom aufgeschaltet ist. Der zugehörige Ausgang des Mikroprozessors 15 ist dem Leistungsschalter 14 über eine Leitung 18 aufgeschaltet.

[0022] Die elektronische Steuerung erfolgt nach zwei Prinzipien, nämlich a) stromabhängig und b) zeitabhängig. Der Stromsensor 16 erfaßt die Stromaufnahme "I" des Motors und dadurch die Preßkraft "K". Die Preßkraft ist in etwa proportional der Stromaufnahme. Die Stromaufnahme ist auch in etwa proportional dem hydraulischen Druck "P" (siehe hierzu auch Figur 2).

[0023] Hierfür ist dem Mikroprozessor ein als EEPROM ausgebildeter Datenspeicher 19 mit mindestens einem Speicherplatz für einen Sollwert für den Motorstrom und mit mindestens zwei weiteren Speicherplätzen für eine minimale und eine maximale Einschaltdauer des Pumpenmotors 12 zugeordnet. In diesem Datenspeicher sind auch die Betriebsprogramme und Sollwerte für Drücke und Zeitwerte abgelegt, was nachfolgend anhand der Figur 2 noch näher erläutert wird.

[0024] Die Anordnung besitzt außerdem eine Stromquelle 20, die als Netzgerät, Netzanschluß, vorzugsweise aber als Akkumulator ausgebildet ist. Zwischen dieser Stromquelle 20 für den Motorstrom und dem Mikroprozessor 15 ist ein Spannungssensor 21 für die Messung der Spannung der Stromquelle 20 angeordnet, und der Spannungssensor 21 ist zu Kontrollzwecken dem Mikroprozessor 15 über eine Leitung 22 aufgeschaltet. Die Kontrolle dient u.a. dem Ladezustand des Akkumulators oder der Netzspannung, damit Fehlfunktionen ausgeschaltet werden. Wird beispielsweise ein in dem Datenspeicher 19 abgelegter Vergleichswert für die Spannung unterschritten, dann wird der Pumpenmotor sofort wieder ausgeschaltet, da die Kapazität nicht mehr für einen ordnungsgemäßen Preßvorgang ausreicht.

[0025] Weiterhin ist zwischen dem Spannungssensor 21 und dem Mikroprozessor 15 ein Spannungsregler 23 für die Betriebsspannung des Mikroprozessors 15 angeordnet. Dem Mikroprozessor 15 ist ein Analog-Digital-Wandler 24 zugeordnet, dem die Ausgänge des Stromsensors 16 und des Spannungssensors 21 aufgeschaltet sind.

[0026] Ferner sind dem Mikroprozessor 15 in Parallelschaltung vier Schalter 25 für die lageunabhängige Bedienung des Handwerkzeugs aufgeschaltet, z.B. für die Bedienung mit der rechten oder linken Hand und/oder für die Bedienung

des Geräts in unterschiedlichen Raumlagen, die durch beengte Platzverhältnisse beim Arbeiten bedingt sein können.

[0027] An den Mikroprozessor 15 ist eine Signaleinrichtung 26 für den jeweiligen Betriebszustand des Handwerkzeugs angeschlossen, die vorzugsweise als Mehrfach-Farbanzeige ausgebildet ist, beispielsweise als zweifarbige LED mit den Grundfarben rot und gelb, die bei Mischung zu einem orangefarbenen Signal führen, was weiter unten noch näher erläutert wird.

[0028] Der Mikroprozessor 15 besitzt außerdem interne Datenspeicher für die Betriebshistorie des Handwerkzeugs und eine Schnittstelle 27 für die Abfrage der gespeicherten Betriebshistorie über einen Infrarot-Übertrager 28. Die als Zähler ausgebildeten Datenspeicher werden bei jedem Arbeitsvorgang inkrementiert. Ein Gesamtzähler zählt alle Arbeitsvorgänge seit der Herstellung des Geräts. Ein Wartungszähler dient der Einhaltung der nötigen Wartungszyklen. Hat dieser Zähler z.B. 10.000 Arbeitsvorgänge registriert, so blinkt nach jedem Arbeitsvorgang die Signaleinrichtung 26 fünf Mal "gelb", um der Bedienungsperson anzuzeigen, daß eine Inspektion fällig ist. Dieser Zustand bleibt so lange erhalten, bis der Wartungszähler durch ein Handterminal über die Schnittstelle 27 wieder auf Null gesetzt wird.

[0029] über den Infrarot-Übertrager 28 können mittels des Handterminals auch alle in den Datenspeichern gespeicherten Werte ausgelesen und editiert werden. Das betrifft nicht nur die Zählerstände, sondern auch die gespeicherten Parameter, die eine Anpassung der gesamten Geräte-Mechanik, inklusive des Motors und des Stromspeichers an die Elektronik ermöglichen. Nach dem Laden des Geräts funktioniert dieses voll automatisch.

[0030] Die Figur 2 zeigt nun Kurvendarstellungen der Stromverläufe "i" verschiedener Betriebszustände über der Zeit "t". Durch Druck auf einen der Schalter 25 wird der Pumpenmotor über den Leistungsschalter 14 zum Zeitpunkt t1 eingeschaltet. Hierbei stellt sich sofort ein entsprechender Anlaufstrom i_{anl} ein, der rasch bis auf einen Leerlaufstrom i_{leer} abfällt, der durch den Kurvenabschnitt K1 repräsentiert wird. Die Zeitdauer Δt zwischen t1 und t2 ist als Sperrzeit gespeichert und beträgt beispielsweise 400 ms. Wird der Schalter kürzer als Δt betätigt, so wird der Motor sofort wieder abgeschaltet um zu verhindern, daß zufällige Bedienungen einen Arbeitsvorgang einleiten.

[0031] Weiterhin ist es durch einen kurzzeitigen Druck auf einen der Schalter 25 möglich, die Infrarot-Abfrage einzuleiten, ohne einen Arbeitsvorgang ausführen zu müssen. Jenseits von t2 werden die Schalter 25 blockiert; sie können also losgelassen werden. Durch Abspeicherung einer weiteren Sperrzeit von ähnlicher Dauer kann verhindert werden, daß die Elektronik die Anlaufstromspitze erfaßt und abspeichert.

[0032] Anschließend wird die Spannung des Akkumulators (als Stromquelle 20) gemessen. Ein fünfmaliges rotes Blinken der Signaleinrichtung 26 ist ein Zeichen dafür, das der Akkumulator entladen ist. Auch der Motor-Leerlaufstrom i_{leer} wird einmalig gemessen und abgespeichert. Dieser Wert dient zur Detektierung der Betätigung des (nicht gezeigten) NOT-Auslösehebels.

[0033] Wiederum anschließend wird die Messung des Motorstromes fortgesetzt.

[0034] Sollte während einer im Datenspeicher 19 abgelegten Leerlaufzeit der Motorstrom nicht um einen ebenfalls gespeicherten Differenzbetrag ansteigen, so wird der Motor wieder ausgeschaltet, und die Signaleinrichtung 26 zeigt durch fünfmaliges orangefarbenes Blinken einen fehlerhaften Arbeitsvorgang, beispielsweise, daß ein Maschinendefekt vorliegt oder kein Arbeitsgerät, z.B. ein Pressenkopf, eingesetzt wurde, oder, daß der NOT-Auslösehebel unmittelbar nach dem Start betätigt wurde.

[0035] Steigt der Motorstrom weiter an, so wird der Arbeitsvorgang fortgesetzt, d.h. bei einem Preßvorgang schließen sich die Preßbacken bei weiter steigendem Motorstrom. Nachdem die Preßbacken am Werkstück, einem Metallrohr oder einer Rohrkupplung, anliegen, beginnt der eigentliche Preßvorgang, wobei die Stromstärke deutlich ansteigt. Dies wird in Figur 2 durch den Kurvenabschnitt K2 dargestellt. Die Stromaufnahme i_{max} zum Zeitpunkt t4 wird durch das bereits beschriebene kraftabhängige öffnen des überdruckventils 9 vorgegeben.

[0036] Ab einer im Datenspeicher 19 abgelegten Grenzstromstärke wird das zum Zeitpunkt t4 erfolgende Ansprechen des überdruckventils 9 und damit das Absinken des Stromes im Kurvenabschnitt K3 nicht mehr als Betätigung der NOT-Auslösung interpretiert, sondern als ordnungsgemäßes öffnen des Ventils nach erfolgreich abgeschlossenem Arbeitsvorgang, der beispielsweise bei 12 bis 18 A Motorstrom beendet ist.

[0037] Unterschreitet der Motorstrom zum Zeitpunkt t5 eine gleichfalls im Datenspeicher 19 abgelegte Grenzstromstärke i_{stop} , so wird der Pumpenmotor 12 durch die Elektronik abgeschaltet und damit der Stromverbrauch auf einen Ruhestromverbrauch von einigen Mikroampere herabgesetzt, bei dem kein Arbeitsvorgangs ausgelöst wird.

[0038] Wird während eines Arbeitsvorganges zum Zeitpunkt t3 unterhalb des obigen Grenzstromes die NOT-Auslösung durch manuelles öffnen des überdruckventils 9 eingeleitet, so sinkt der Strom entsprechend dem Kurvenabschnitt K6 ab, und der Pumpenmotor 12 wird bei Unterschreiten des gespeicherten Leerlaufstromes plus eines Sicherheitszuschlages abgeschaltet. Auch in diesem Fall blinkt die Signaleinrichtung 26 zur Anzeige dieses Vorgangs fünf Mal "orange".

[0039] Figur 2 zeigt noch folgendes: Würde der Pumpenmotor nach dem öffnen des überdruckventils 9 jenseits von t5 weiterlaufen, so sinkt zwar der Motorstrom entsprechend dem gestrichelten Kurvenabschnitt K4 weiter ab, aber nur relativ langsam, was von dem Liefergrad der Pumpe 5 und den Strömungswiderständen abhängig ist. Durch das Abschalten des Motors zum Zeitpunkt t5, fällt jedoch der Motorstrom entsprechend dem Kurvenabschnitt K5 steil ab, und der Arbeitskolben 2 wird jetzt unter der Wirkung der Rückstellfeder 3 automatisch sehr viel schneller in seine Ausgangsstellung zurückgeschoben, wobei die verdrängte Ölmenge in den Tank 7 zurück gefördert wird und sich das Ventil danach

wieder schließt.

[0040] Um jedoch den Pumpenmotor bei Fehlfunktionen nicht endlos weiter laufen zu lassen, ist im Datenspeicher 19 ein Zeitpunkt $t_{\max}$ abgelegt, bei dem das Gerät vollständig abschaltet, beispielsweise nach 10 bis 15 Sekunden.

[0041] In Speicherplätze einzuspeichern sind vorwiegend die Zeitpunkte oder Zeitabschnitte Δt (begrenzt durch t_1 und t_2) und $t_{\max}$. Die Zeitpunkte t_3 , t_4 und t_5 ergeben sich aus dem Verlauf der Druckkurve in Figur 2, und diese Kurve kann in Richtung der Abszisse länger oder kürzer ausfallen, je nach den Verformungseigenschaften des Werkstücks, z.B. einer Rohrverbindung, den Strömungswiderständen im hydraulischen System, bedingt durch die Viskosität des Hydraulikfluids, die wiederum von der Temperatur abhängig ist, etc. Der Zeitpunkt t_3 ist nur vorzugsweise festzulegen, da es sich um den Zeitpunkt für eine Notauslösung handelt. Der Zeitpunkt t_4 entsteht durch das Ansprechen des (einstellbaren) überdruckventils 9 beim Maximaldruck, repräsentiert durch den oberen Grenzstromwert $i_{\max}$, und der Zeitpunkt t_5 entsteht beim Unterschreiten eines vorgegebenen, eingespeicherten Grenzstromwertes i_{stop} , der notwendigerweise kleiner ist als der obere Grenzstromwert $i_{\max}$ beim Ansprechen des Ventils.

Bezugszeichenliste :

15

[0042]

	1	Antriebszylinder
	2	Arbeitskolben
20	3	Rückstellfeder
	4	Kolbenstange
	5	Pumpe
	6	Förderleitung
	7	Tank
25	8	Rückströmleitung
	9	überdruckventil
	10	Rückschlagventil
	11	Rückschlagventil
	12	Pumpenmotor
30	13	Versorgungsleitung
	14	Leistungsschalter
	15	Mikroprozessor
	16	Stromsensor
	17	Leitung
35	18	Leitung
	19	Datenspeicher
	20	Stromquelle
	21	Spannungssensor
	22	Leitung
40	23	Spannungsregler
	24	Analog-Digital-Wandler
	25	Schalter
	26	Signaleinrichtung
	27	Schnittstelle
45	28	Infrarot-Übertrager

	i	Stromaufnahme
	$i_{\max}$, i_{stop}	Grenzstromwerte
	i_{anl}	Anlaufstrom
50	i_{leer}	Leerlaufstrom
	t_1 , t_2 , t_3 , t_4 , t_5 , $t_{\max}$	Zeitpunkte
	Δt	Zeitdauer, Sperrzeit
	K	Preßkraft
	K1, K2, K3, K4, K5, K6	Kurvenabschnitte
55	P	hydraulischer Druck

Patentansprüche

1. Verfahren zum automatischen Steuern von elektro-hydraulischen Handwerkzeugen, insbesondere beim Herstellen von Rohrverbindungen durch plastische Verformung von Rohrwerkstoffen, wobei das Handwerkzeug einen Antriebszylinder (1) mit einem einseitig wirkenden Arbeitskolben (2) aufweist, der bei Druckentlastung von einer Rückstellfeder (3) in seine Ausgangsstellung zurückgeschoben wird, sowie für den Antrieb des Antriebszylinders (1) eine aus einem Tank (7) gespeiste Pumpe (5) und für den Rückfluß der Hydraulikflüssigkeit zu dem Tank (7) eine Rückströmleitung (8) aufweist, in der ein vorgesteuertes überdruckventil (9) mit Hysteresewirkung angeordnet ist, wobei die Pumpe (5) durch einen elektrischen Pumpenmotor (12) angetrieben wird, in dessen Versorgungsleitung (13) ein Leistungsschalter (14) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Pumpenmotor (12) derart stromabhängig durch einen Mikroprozessor (15) angesteuert wird, daß die Stromaufnahme des Pumpenmotors (12) und der Stromabfall nach dem Öffnen des überdruckventils (9) vom Mikroprozessor (15) erfaßt werden und daß der Motorstrom nach Unterschreiten eines gespeicherten Stromwertes (i_{stop}) durch den Leistungsschalter (14) unterbrochen wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Einleiten des Arbeitsvorganges durch eine gespeicherte Sperrzeit (Δt) verzögert wird und daß die gesamte Einschaltdauer des Motorstromes durch einen gespeicherten Maximalzeitwert (t_{max}) begrenzt wird.
3. Anordnung zum automatischen Steuern von elektro-hydraulischen Handwerkzeugen, insbesondere zum Herstellen von Rohrverbindungen durch plastische Verformung von Rohrwerkstoffen, mit einem Antriebszylinder (1) mit einem einseitig wirkenden Arbeitskolben (2), der von einer Rückstellfeder (3) beaufschlagt ist und eine Kolbenstange (4) aufweist, mit einer Pumpe (5), die in einer Förderleitung (6) zwischen einem Tank (7) und dem Antriebszylinder (1) angeordnet ist, mit einer Rückströmleitung (8), die den Antriebszylinder (1) mit dem Tank (7) verbindet und in der ein vorgesteuertes überdruckventil (9) mit Hysteresewirkung angeordnet ist, und mit einem elektrischen Pumpenmotor (12), in dessen Versorgungsleitung (13) ein Leistungsschalter (14) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Pumpenmotor (5) stromabhängig durch einen Mikroprozessor (15) angesteuert wird, dem mindestens ein manuell betätigbarer Schalter (25) zugeordnet ist, wobei
 - a) in der elektrischen Versorgungsleitung (13) des Pumpenmotors (12) ein Stromsensor (16) angeordnet ist, dessen Ausgang dem Mikroprozessor (15) zwecks Vergleich mit mindestens einem gespeicherten Sollwert für den Motorstrom aufgeschaltet ist,
 - b) der Ausgang des Mikroprozessors (15) dem Leistungsschalter (14) in der Versorgungsleitung (13) aufgeschaltet ist, und wobei
 - c) dem Mikroprozessor (15) mindestens ein Datenspeicher (19) zugeordnet ist, in dem Speicherplätze angeordnet sind, und zwar:
 - c1) für eine Zeitdauer Δt als Sperrzeit für eine eventuelle Fehlbedienung,
 - c2) für eine maximale Zeitdauer t_{max} für die Abschaltung bei einer Fehlfunktion des Geräts nach Betätigung des mindestens einen Schalters (25) sowie
 - c3) für mindestens einen Grenzstromwert (i_{stop}) für die Abschaltung des Motorstroms, welcher Grenzstromwert (i_{stop}) niedriger ist als ein Grenzstromwert (i_{max}) beim Öffnen des überdruckventils.
4. Anordnung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwischen einer Stromquelle (20) für den Motorstrom ein Spannungssensor (21) für die Messung der Spannung der Stromquelle (20) angeordnet ist und daß der Spannungssensor (21) dem Mikroprozessor (15) aufgeschaltet ist.
5. Anordnung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwischen dem Spannungssensor (21) und dem Mikroprozessor (15) ein Spannungsregler (23) für die Betriebsspannung des Mikroprozessors (15) angeordnet ist.
6. Anordnung nach den Ansprüchen 3 und 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** dem Mikroprozessor (15) ein Analog-Digital-Wandler (24) zugeordnet ist, dem die Ausgänge des Stromsensors (16) und des Spannungssensors (21) aufgeschaltet sind.
7. Anordnung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** dem Mikroprozessor (15) in Parallelschaltung mindestens zwei Schalter (25) für die lageunabhängige Bedienung des Handwerkzeugs aufgeschaltet sind.
8. Anordnung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Schalter (25) nach Ablauf der Sperrzeit (Δt)

blockierbar sind.

9. Anordnung nach mindestens einem der Ansprüche 3 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** dem Mikroprozessor (15) eine Signaleinrichtung (26) für die Anzeige des Betriebszustandes des Handwerkzeugs zugeordnet ist.
10. Anordnung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Signaleinrichtung (26) als blinkende Mehrfach-Farbanzeige ausgebildet ist.
11. Anordnung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** dem Mikroprozessor (15) mindestens ein Datenspeicher für die Betriebshistorie des Handwerkzeugs zugeordnet ist.
12. Anordnung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** dem Mikroprozessor (15) mindestens ein Wartungszähler für die Speicherung und Anzeige von Wartungsintervallen und Inspektionsfähigkeiten des Handwerkzeugs zugeordnet ist.
13. Anordnung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** dem Mikroprozessor (15) eine Schnittstelle (27) für die Abfrage der Betriebshistorie zugeordnet ist.
14. Anordnung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Schnittstelle (27) ein Infrarot-Übertrager (28) zugeordnet ist.
15. Anordnung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** im Datenspeicher (15) eine maximale Leerlaufzeit für den Pumpenmotor (12) und ein Minimalwert für den Motorstrom abgelegt sind, und daß die Anordnung so getroffen ist, daß der Pumpenmotor (12) wieder ausgeschaltet wird, wenn der Minimalwert für den Motorstrom nicht innerhalb der Leerlaufzeit überschritten wird.

Claims

1. A method of automatically controlling electrohydraulic hand tools, in particular when producing pipe connections through plastic deformation of pipe materials, wherein the hand tool has a drive cylinder (1) with a unilaterally-acting working piston (2) which is pushed back into its initial position by a return spring (3) in the event of pressure relief, as well as a pump (5), supplied from a tank (7), to drive the drive cylinder (1) and a return line (8) for the return flow of the hydraulic fluid to the tank (7), a pilot-operated pressure relief valve (9) with hysteresis effect being arranged in the return line (8), wherein the pump (5) is driven by an electric pump motor (12) in whose supply line (13) there is arranged a power switch (14), **characterised in that** the pump motor (12) is controlled in a current-dependent manner by a microprocessor (15) such that the currency consumption of the pump motor (12) and the currency drop after opening of the pressure relief valve (9) are determined by the microprocessor (15) and that the motor current is interrupted by the power switch (14) after there has been a fall below a stored current value (i_{stop}).
2. A method according to claim 1, **characterised in that** initiation of the operation is delayed by a stored blocked time (A_t), and **in that** the entire on-time of the motor current is limited by a stored maximum time value (t_{max}).
3. An arrangement for automatically controlling electrohydraulic hand tools, in particular for producing pipe connections through plastic deformation of pipe materials, having a drive cylinder (1) with a unilaterally-acting working piston (2) which is acted upon by a return spring (3) and has a piston rod (4), having a pump (5) arranged in a conveying line (6) between a tank (7) and the drive cylinder (1), having a return line (8) which connects the drive cylinder (1) to the tank (7) and in which a pilot-operated pressure relief valve (9) with hysteresis effect is arranged, and having an electric pump motor (12) in whose supply line (13) there is arranged a power switch (14), **characterised in that** the pump motor (5) is operated in a current-dependent manner by a microprocessor (15) associated with which there is at least one manually operable switch (25),
 - a) a current sensor (16), whose output is connected to the microprocessor (15) for comparison with at least one stored desired value for the motor current, being arranged in the electrical supply line (13) of the pump motor (12),
 - b) the output of the microprocessor (15) being connected to the power switch (14) in the supply line (13), and
 - c) at least one data store (19) being associated with the microprocessor (15), in which data store (19) there are arranged storage locations, namely:

- c1) for a time duration Δt as a blocked time for a possible operating error,
 c2) for a maximum time duration $t_{\max}$ for shut-off in the event of faulty operation of the apparatus after actuation of the at least one switch (25) and
 c3) for at least one limit-current value (i_{stop}) for cutting off the motor current, which limit-current value (i_{stop}) is lower than a limit-current value ($i_{\max}$) upon opening of the pressure relief valve.

4. An arrangement according to claim 3, **characterised in that** a voltage sensor (21) to measure the voltage of the current source (20) is arranged between a current source (20) for the motor current, and **in that** the voltage sensor (21) is connected to the microprocessor (15).
5. An arrangement according to claim 4, **characterised in that** a voltage regulator (23) for the operating voltage of the microprocessor (15) is arranged between the voltage sensor (21) and the microprocessor (15).
6. An arrangement according to claims 3 and 4, **characterised in that** an analogue-to-digital converter (24) is associated with the microprocessor (15) and the outputs of the current sensor (16) and the voltage sensor (21) are connected thereto.
7. An arrangement according to claim 3, **characterised in that** at least two switches (25) for position-independent operation of the hand tool are connected to the microprocessor (15) in a parallel connection.
8. An arrangement according to claim 7, **characterised in that** the switches (25) can be locked after the blocked time (Δt) has expired.
9. An arrangement according to at least one of claims 3 to 8, **characterised in that** a signal device (26) to indicate the operational state of the hand tool is associated with the microprocessor (15).
10. An arrangement according to claim 9, **characterised in that** the signal device (26) is in the form of a blinking multiple-colour indicator.
11. An arrangement according to claim 3, **characterised in that** at least one data store for the operating history of the hand tool is associated with the microprocessor (15).
12. An arrangement according to claim 3, **characterised in that** at least one maintenance counter for the storage and display of maintenance intervals and inspection due dates of the hand tool is associated with the microprocessor (15).
13. An arrangement according to claim 11, **characterised in that** an interface (27) for retrieval of the operating history is associated with the microprocessor (15).
14. An arrangement according to claim 13, **characterised in that** an infrared transducer (28) is associated with the interface (27).
15. An arrangement according to claim 3, **characterised in that** a maximum idle time for the pump motor (12) and a minimum value for the motor current are stored in the data store (15), and **in that** the arrangement is such that the pump motor (12) is switched off again when the minimum value for the motor current is not exceeded within the idle time.

Revendications

1. Procédé pour la commande automatique d'outillages ou d'outils électro-hydrauliques portatifs ou à main, notamment lors de la réalisation de raccords de liaison de tubes par déformation plastique de matériaux de tube, l'outil à main comprenant un vérin d'entraînement à cylindre (1) avec un piston de travail (2) simple effet, qui, en cas de détente de la pression, est repoussé dans sa position initiale par un ressort de rappel (3), l'outil à main comprenant par ailleurs, pour l'actionnement du vérin d'entraînement à cylindre (1), une pompe (5) alimentée à partir d'un réservoir (7), et pour l'écoulement de retour du fluide hydraulique au réservoir (7), une conduite d'écoulement de retour (8) dans laquelle est agencée une soupape de sécurité de pression (9) à commande pilote et effet d'hystérésis, la pompe (5) étant entraînée par un moteur de pompe (12) électrique, dans la ligne d'alimentation (13) duquel est placé un commutateur de puissance (14), **caractérisé en ce que** le moteur de pompe (12) est commandé, en

fonction du courant, par un microprocesseur (15), de façon telle que le courant absorbé par le moteur de pompe (12) et la chute de courant après l'ouverture de la soupape de sécurité de pression (9) soient relevés par le microprocesseur (15), et que le courant du moteur soit interrompu par le commutateur de puissance (14) après passage sous une valeur de courant (i_{stop}) mémorisée.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la mise en route d'une opération de travail est retardée par un temps de verrouillage (Δt) mémorisé, et **en ce que** la durée totale de marche du courant du moteur est limitée par une valeur de temps maximale (t_{max}) mémorisée.

3. Agencement pour la commande automatique d'outillages ou d'outils électro-hydrauliques portatifs ou à main, notamment pour la réalisation de raccords de liaison de tubes par déformation plastique de matériaux de tube, comprenant un vérin d'entraînement à cylindre (1) avec un piston de travail (2) simple effet, qui est sollicité par un ressort de rappel (3) et présente une tige de piston (4), comprenant par ailleurs une pompe (5) disposée dans une conduite de refoulement (6) entre un réservoir (7) et le vérin d'entraînement à cylindre (1), comprenant également une conduite d'écoulement de retour (8), qui relie le vérin d'entraînement à cylindre (1) au réservoir (7), et dans laquelle est agencée une soupape de sécurité de pression (9) à commande pilote et effet d'hystérésis, l'agencement comprenant en outre un moteur de pompe (12) électrique, dans la ligne d'alimentation (13) duquel est placé un commutateur de puissance (14), **caractérisé en ce que** le moteur de pompe (12) est commandé, en fonction du courant, par un microprocesseur (15), auquel est associé au moins un commutateur (25) pouvant être actionné manuellement, et **en ce que**

a) dans la ligne d'alimentation électrique (13) du moteur de pompe (12) est agencé un capteur de courant (16) dont la sortie est connectée au microprocesseur (15) aux fins d'une comparaison avec au moins une valeur de consigne mémorisée pour le courant de moteur,

b) la sortie du microprocesseur (15) est connectée au commutateur de puissance (14) dans la ligne d'alimentation (13), et

c) au microprocesseur (15) est associée au moins une mémoire de données (19) dans laquelle sont prévus des emplacements mémoire, à savoir :

c1) pour une durée (Δt) en tant que temps de verrouillage pour une éventuelle fausse manoeuvre,

c2) pour une durée maximale (t_{max}) pour l'arrêt lors d'un fonctionnement défectueux de l'appareil après actionnement dudit au moins un commutateur (25), ainsi que

c3) pour au moins une valeur limite de courant (i_{stop}) pour l'arrêt ou l'interruption du courant du moteur, cette valeur limite de courant (i_{stop}) étant inférieure à une valeur limite de courant (i_{max}) lors de l'ouverture de la soupape de sécurité de pression.

4. Agencement selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'**entre une source de courant (20) pour le courant de moteur et le microprocesseur (15), est disposé un capteur de tension (21) pour la mesure de la tension de la source de courant (20), et **en ce que** le capteur de tension (21) est connecté au microprocesseur (15).

5. Agencement selon la revendication 4, **caractérisé en ce qu'**entre le capteur de tension (21) et le microprocesseur (15), est disposé un régulateur de tension (23) pour la tension de fonctionnement du microprocesseur (15).

6. Agencement selon les revendications 3 et 4, **caractérisé en ce qu'**au microprocesseur (15) est associé un convertisseur analogique/numérique (24) auquel sont connectées les sorties du capteur de courant (16) et du capteur de tension (21).

7. Agencement selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'**au microprocesseur (15) sont connectés, selon un montage en parallèle, au moins deux commutateurs (25) pour la manoeuvre de l'outil à main indépendamment de la position.

8. Agencement selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** les commutateurs (25) peuvent être bloqués après écoulement du temps de verrouillage (Δt).

9. Agencement selon l'une au moins des revendications 3 à 8, **caractérisé en ce qu'**au microprocesseur (15) est associé un dispositif de signalisation (26) pour l'affichage de l'état de fonctionnement de l'outil à main.

10. Agencement selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** le dispositif de signalisation (26) est réalisé sous la

forme d'un affichage de couleurs multiples, clignotant.

11. Agencement selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'**au microprocesseur (15) est associé au moins une mémoire de données pour l'historique de fonctionnement de l'outil à main.

12. Agencement selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'**au microprocesseur (15) est associé au moins un compteur d'entretien pour la mémorisation et l'affichage d'intervalles d'entretien et d'échéances d'inspection de l'outil à main.

13. Agencement selon la revendication 11, **caractérisé en ce qu'**au microprocesseur (15) est associée une interface (27) permettant la lecture de l'historique de fonctionnement.

14. Agencement selon la revendication 13, **caractérisé en ce qu'**à l'interface (27) est associé un port de transmission infrarouge (28).

15. Agencement selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** dans la mémoire de données (15) sont stockés un temps de marche à vide maximal pour le moteur de pompe (12) et une valeur minimale pour le courant de moteur, et **en ce que** l'agencement est conçu de façon telle que le moteur de pompe (12) soit à nouveau arrêté lorsque la valeur minimale du courant de moteur n'a pas été dépassée pendant le temps de marche à vide.

FIG. 1

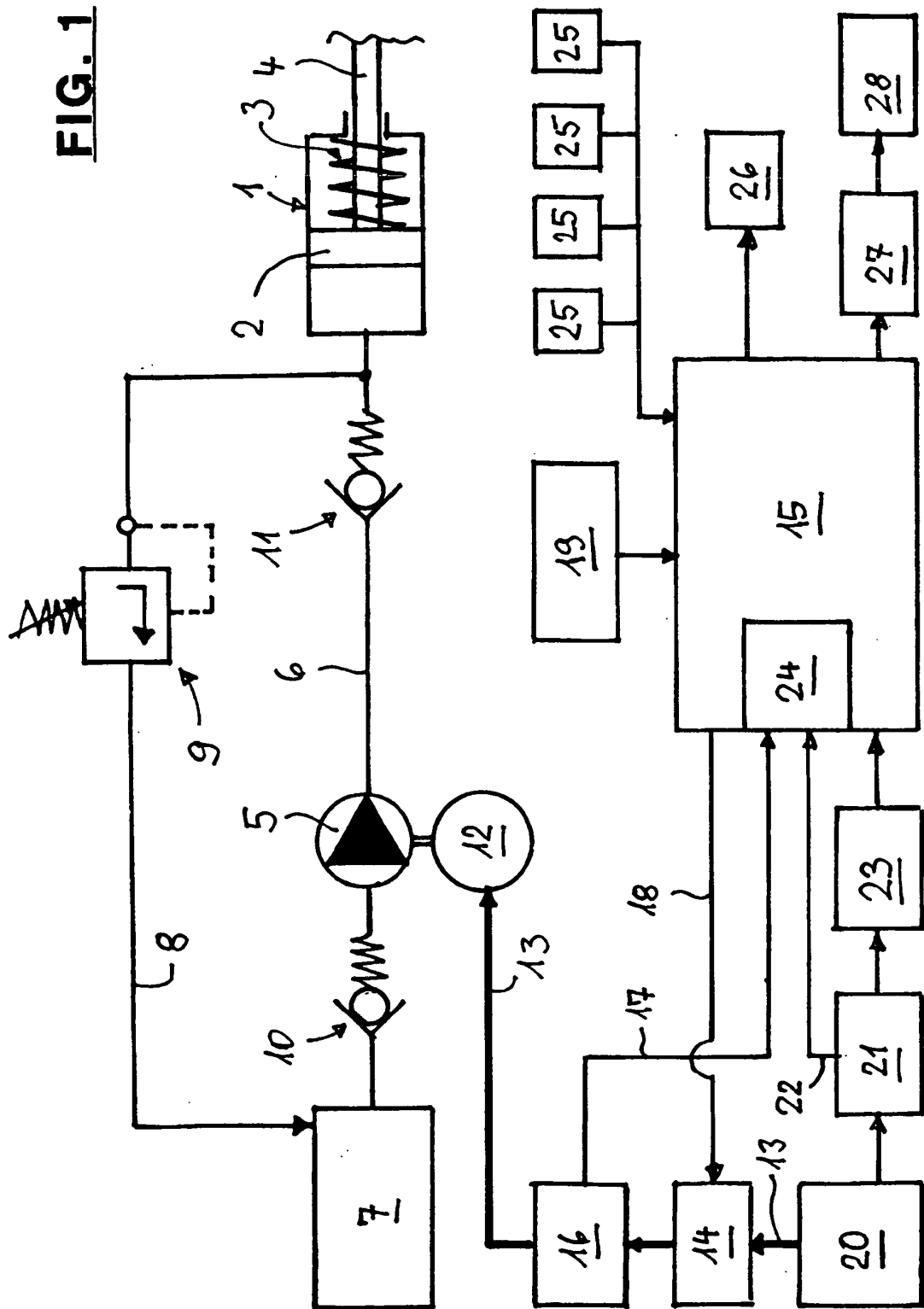
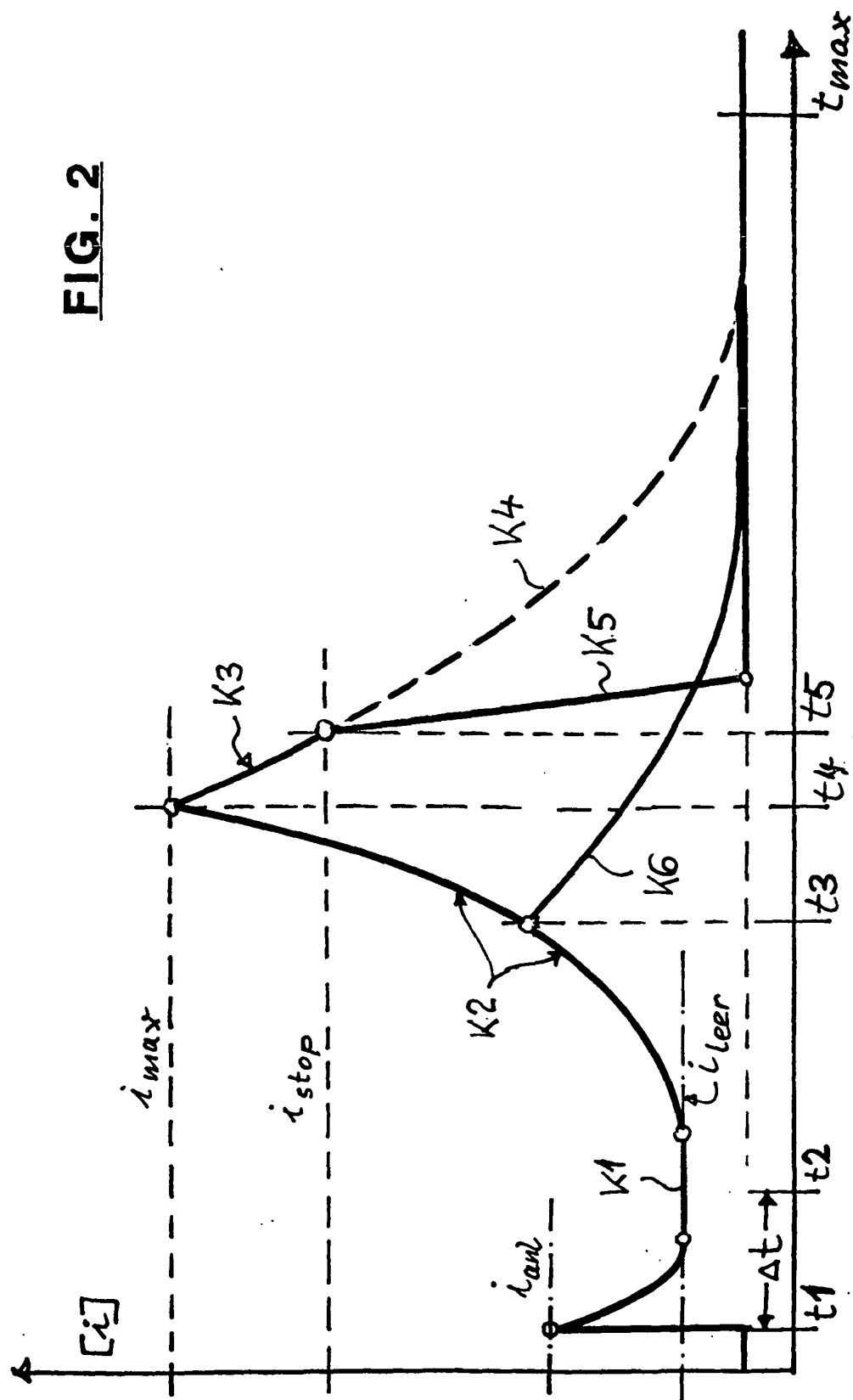


FIG. 2

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

- DE 19535691 C1 [0001] [0005]
- DE 2136782 C2 [0003]
- US 2254613 A [0004] [0020]
- DE 4446504 C1 [0005] [0017]
- EP 0445084 A2 [0006]
- DE 29502032 U1 [0007]
- EP 0824979 A1 [0008]
- JP 11198058 A [0009]