

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 084 010 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

30.10.2002 Patentblatt 2002/44

(51) Int Cl.7: **B25B 23/147**, H02P 7/29

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP99/03772

(21) Anmeldenummer: **99926490.6**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

(22) Anmeldetag: **31.05.1999**

WO 99/062675 (09.12.1999 Gazette 1999/49)

(54) **VERFAHREN ZUM ANTREIBEN EINER ELEKTRISCHEN SCHRAUBVORRICHTUNG**

METHOD FOR DRIVING AN ELECTRIC SCREWING DEVICE

PROCEDE D'ENTRAÎNEMENT D'UN DISPOSITIF DE VISSAGE ELECTRIQUE

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE ES FR GB IT SE

• **KAMINSKI, Ulrich**

D-73566 Bartholomä (DE)

(30) Priorität: **02.06.1998 DE 19824495**

(74) Vertreter: **Grünecker, Kinkeldey,**

Stockmair & Schwanhäusser Anwaltssozietät

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

21.03.2001 Patentblatt 2001/12

Maximilianstrasse 58

80538 München (DE)

(73) Patentinhaber: **Cooper Power Tools GmbH & Co.**
73461 Westhausen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 633 095

EP-A- 0 642 891

EP-A- 0 755 755

EP-A- 0 808 018

(72) Erfinder:

• **STÖLZLE, Konrad**

D-73463 Westhausen (DE)

EP 1 084 010 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Antreiben einer elektrischen Schraubvorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Ferner bezieht sich die Erfindung auf eine entsprechende elektrische Schraubvorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 10 (siehe z.B. EP-A-0 808 018 für die zwei Ansprüche).

[0002] Bei einem aus der DE 31 44 350 A1 bekannten Verfahren zum Antreiben eines elektromotorisch angetriebenen Schraubers dieser Gattung wird vorgeschlagen, die Pulslängen von abgegebenen Rechteckimpulsen so einzustellen, dass dem Motor die erforderliche Leistung zugeführt wird. Hierfür wird ein Oszillator auf eine konstante Pulsfrequenz eingestellt. Dementsprechend werden die Längen der Impulse zugeführt, so dass nur der unbedingt notwendige Leistungsanteil an den Motor gegeben wird.

[0003] Derartige Schraube haben den Nachteil, dass die vom Werker aufzubringende Kraft, das Gegenmoment, relativ hoch ist. Bei Pistolengriffschraubem ist schon ab ca. 5 Nm eine Reaktionsaufnahme in Form einer mechanischen Abstützung erforderlich. Bei harten Schraubfällen oder bei Löseoperation ist der Drehmomentanstieg sehr steil. Da der Werker nicht so schnell reagieren kann, kommt es zu einer ruckartigen Drehung seines Handgelenks. Dies birgt die Gefahr von Verletzung. Ferner führt es relativ schnell zum Ermüden des Werkers. Da der Werker bei Montagevorrichtungen, z. B. bei der Kraftfahrzeugmontage, oft an schwer zugänglichen Stellen schrauben muss, muss er sich relativ stark verrenken, um den Schrauben ansetzen zu können. Je stärker die Verrenkung, desto geringer ist die vom Werker aufbringbare Reaktionskraft.

[0004] Aus der EP 0 808 018 A1, der als nächstliegender Stand der Technik angesehen ist, ist ein Schrauber bekannt, bei dem ein batteriegetriebener Antriebsmotor durch ein pulsweitenmoduliertes Signal einstellbarer Frequenz angetrieben wird. Um die effektive Drehmomentausgabe des Schraubers bei gegebener Motorgröße und Kraftübertragung zu erhöhen, kann der Stromfluss zu dem Motor für bestimmte Zeitintervalle unterbrochen werden. Anschließend kann ein maximales Stromsignal für eine vorbestimmte Einschaltzeit dem Motor wieder zugeführt werden. Die Ausschaltintervalle sind durch den Werker einstellbar und können dazu dienen, die Kraftübertragung zwischen Motor und Schraubwerkzeug weitestgehend zu entspannen. Zu einer solchen Entspannung wird ein PWM-Signal mit einer niedrigen Frequenz von 10 bis 50 Hz gewählt, wobei sich die Ausschaltintervalle durch die Nulldurchläufe des PWM-Signals ergeben.

[0005] Bei dem aus der EP 0 808 018 A1 bekannten Schrauber wird daher die Frequenz des PWM-Steuersignals geändert, wobei der eigentliche Schraubvorgang bis zum Erreichen eines Schwellwertes für den Strom mit einem PWM-Signal hoher Frequenz und anschlie-

ßend das weitere Verschrauben mit einem PWM-Signal niedriger Frequenz erfolgt. Dabei ist die niedrige Frequenz so gewählt, dass die Auszeiten ausreichend lang sind, um ein Entspannen des Antriebsstranges des Bohrers zu ermöglichen.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, dass auf möglichst einfache Art und Weise eine elektrische Schraubvorrichtung angetrieben werden kann, die von einem Werker bei möglichst schonendem eigenen Leistungseinsatz einfach handzuhaben ist.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem gattungsgemäßen Verfahren zum Antreiben einer elektrischen Schraubvorrichtung gelöst, dass dadurch gekennzeichnet ist, dass eine Pulspause zwischen zwei PWM-Pulssignalen derart bestimmt wird, dass die Drehzahl des Motors in der Pulspause zur Dämpfung eines Reaktionsmoments deutlich reduziert wird.

[0008] Die Länge der Pulspause überschreitet also den Trägheitsbereich des Motors, so dass sich dieser in der Pulspause spürbar verlangsamt. Erst nach der spürbaren Verlangsamung wird wieder ein neuer pulsweitenmodulierter Puls abgegeben. Der Motor gibt seine Energie im Wesentlichen an die Schrauber ab.

[0009] Bei den aufeinanderfolgenden Pulsen erhöht sich beim Anziehen einer Schraube schrittweise das Drehmoment. Während einer Pulspause kann sich das System aus Motor und Schraubwerkzeug, das eventuell eine Stecknuss enthält, entspannen. Durch die Massenträgheit des Systems wird das Beschleunigungs- und Reaktionsmoment stark gedämpft.

[0010] Herkömmliche Pulsweitenmodulationen zielen im Gegensatz zur vorliegenden Erfindung auf eine möglichst energiesparende Einstellung einer bestimmten Drehzahl des Elektromotors. Die Drehzahl soll etwa konstant gehalten werden, wobei durch die Pulsweitenmodulation nur der dafür unbedingt notwendige Strom zugeführt wird.

[0011] Im Gegensatz dazu ist die Erfindung auf die Variierung einer Unterbrechung der Pulsweitenmodulation gerichtet, so dass sich die Drehzahl des Motors in der Pulspause gegenüber dem Pulssignal mit großem Amplitudenausschlag reduziert.

[0012] Vorzugsweise kann die Drehzahl des Motors in der Pulspause auf etwa Null reduziert werden. Bei Drehzahl Null kann das System aus Motor und Schraubwerkzeug sich weitgehendst entspannen. Der Effekt der Verringerung des Reaktionsmoments ist dadurch besonders gut. Nahezu die gesamte Energie des Motors mit der Trägheit des Systems wird an die Schrauber abgegeben. Dies erzeugt kaum zusätzliche Wärme im Werkzeug.

[0013] Besonders vorteilhaft kann während des LöSENS einer Schraube gepulst werden. Dies erleichtert das Lösen der Schraube, da der Motor bei jedem neuen Puls wieder bei geringer Drehzahl startet. Eine festgezogene Schraube wird dadurch nacheinander mit Dreh-

momentstößen beaufschlagt, so daß sie sich leichter löst. Verständlicherweise kann die Schraubvorrichtung so betrieben werden, daß nur beim Lösen einer Schraube erfindungsgemäß mit Reduzierung der Drehzahl in dem Pulspausen gepulst wird.

[0014] In besonderer Weise kann während des Anziehens einer Schraube gepulst werden.

[0015] Es wird vorgeschlagen, daß nur oberhalb eines bestimmten Drehmomentgrenzwertes die Pulspause abgestimmt auf die Reduktion der Drehzahl bestimmt wird. Bis zu dem Drehmomentgrenzwert kann die Schraubvorrichtung herkömmlich betrieben werden. Der Drehmomentgrenzwert ist gerade noch in tragbarer Weise von einem Werker aufnehmbar. Erst ab dem Drehmomentgrenzwert setzt das Pulsen mit Reduktion der Drehzahl in der Pulspause ein, so daß ab höheren Drehmomenten der Werker entsprechend entlastet wird.

[0016] Als Variante der Erfindung ist das Abstimmen der Pulspause auf die Reduktion der Drehzahl zu- und abschaltbar. Damit kann die Schraubvorrichtung sowohl herkömmlich bei nur geringen Drehmomenten als auch mit der erfindungsgemäßen Pulspauseneinstellung bei zu hohen Drehmomenten betrieben werden.

[0017] Gemäß einer besonderen Ausführungsform kann die Pulsfrequenz und/oder das Puls/Pausenverhältnis während des Schraubablaufes passend eingestellt werden. Die Einstellung kann z.B. manuell oder automatisch, durch das Steuergerät bestimmt, erfolgen. Durch diese Einstellung können Pulsfrequenz und das Puls/Pausenverhältnis auf das jeweilige System, z.B. Werkzeugtyp, Schraubfall, Werkzeugauslastung, angepaßt werden. Bei der automatischen Einstellung werden die Parameter automatisch von dem Steuergerät erfaßt und entsprechend variiert. Damit läßt sich besonders genau das gewünschte Drehmoment und die entsprechende Drehzahl für die entsprechende Schraub Anwendung wählen.

[0018] Vorzugsweise kann anhand der erfassten Pulse das Drehmoment gemessen werden. Dies ergibt erstaunlich genaue Messwerte. Diese könnten z.B. genutzt werden, um an das Steuergerät gemeldet zu werden, um mit einem maximal zulässigen Drehmoment verglichen zu werden.

[0019] Denkbar kann die Pulslänge entsprechend der Genauigkeit der Drehmomentmessung eingestellt werden.

[0020] Das erfindungsgemäße Verfahren kann beispielsweise mit einer elektrischen Schraubvorrichtung durchgeführt werden. Unter Berücksichtigung der entsprechenden eingangs genannten Aufgabe, gerichtet auf eine elektrische Schraubvorrichtung, wird diese erfindungsgemäß gelöst durch eine elektrische Schraubvorrichtung mit einem Steuergerät, das mit einem Elektromotor verbunden ist und diesem elektrischen Strom in Form von Pulssignalen zuführt, wobei der Motor mit einem Schraubwerkzeug gekoppelt ist und ein Drehmoment erzeugt, das das Schraubwerkzeug mit einer

Drehzahl zum Betätigen einer Schraube dreht wobei die Pulssignale pulsweitenmoduliert sind, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät mit einer Steuereinheit verbunden ist, die eine Pulspause zwischen zwei PWM-Pulssignalen derart bestimmt, dass die Drehzahl des Motors in der Pulspause zur Dämpfung eines Reaktionsmoments deutlich reduziert wird.

[0021] Bei akku/batterie-betriebenen Werkzeugen kann Energieversorgung, Steuergerät, Steuereinheit, Elektromotor und Schraubwerkzeug eine Einheit bilden.

[0022] Mit diesem Gerät sind die Vorteile des eingangs genannten erfindungsgemäßen Verfahrens erreichbar. Die Steuereinheit übernimmt die Bestimmung der Pulspausen, die eine derartige Länge hat, dass die Drehzahl des Motors in der Pulspause deutlich reduziert wird und damit das vom Werker aufzunehmende Reaktionsmoment reduziert wird. In der Praxis nimmt ein Werker das Pulsen eventuell gerade noch wahr.

[0023] In besonderer Weise kann die Steuereinheit die Pulspause derart bestimmen, dass die Drehzahl in der Pulspause auf etwa Null reduziert wird. Dadurch wird das System aus Motor, eventuell zwischengeschaltetem Getriebe, und Stecknuss entspannt und durch die Massenträgheit des Systems wird das Reaktionsmoment während eines Puls stark gedämpft.

[0024] Wahlweise kann die Steuereinheit zu- und abschaltbar sein. Bei geringen Drehmomentanforderungen kann die Steuereinheit abgeschaltet werden, weil der Werker das geringe Reaktionsmoment mühelos abstützen kann. Bei höheren Drehmomenten wird die Steuereinheit zugeschaltet, so daß sich eine Verringerung des Reaktionsmoments ergibt.

[0025] Es wird vorgeschlagen, daß das Steuergerät mit einer Einstelleinrichtung verbunden ist, über die die Pulsfrequenz und/oder das Puls/Pausenverhältnis einstellbar ist. Über die Einstelleinrichtung können diese Parameter an das jeweilige System und den jeweiligen Schraubfall angepaßt werden. Dies kann manuell oder automatisch verlaufen. Die Einstellung kann sogar während des Schraubablaufes angepaßt werden.

[0026] Besonders vorteilhaft kann eine mit dem Steuergerät verbundene Meßvorrichtung vorgesehen sein, die das Drehmoment anhand der erfassten Pulse mißt. Die Erfassung der Pulse ist steuerelektronisch relativ einfach und präzise. Mit der erfindungsgemäßen Pulsung kann dadurch das Drehmoment relativ exakt bestimmt werden.

[0027] In besonderer Weise kann der Elektromotor über einen Servoverstärker mit der Steuereinheit verbunden sein.

[0028] Denkbare Weise ist unter einer Schraubvorrichtung im Sinn der Erfindung nicht nur ein herkömmlicher Schrauber zu verstehen. Die Erfindung betrifft in diesem Sinn genauso Bohrvorrichtungen, bei denen das erfindungsgemäße Verfahren angewendet werden kann. Grundsätzlich ist darunter eine entsprechende Anwendung für überwiegend rotatorische Bewegungen zu verstehen, die auch einen translatorischen Anteil ha-

ben.

[0029] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden nachstehend erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein prinzipielles Blockschaltbild für eine elektrische Schraubvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 2 ein prinzipielles Blockschaltbild eines Versuchsaufbaus für eine erfindungsgemäße elektrische Schraubvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform und

Fig. 3 Ablaufdiagramme, die das Verhalten der relevanten Größen beim Durchführen des erfindungsgemäßen Verfahrens darstellen.

[0030] In Figur 1 ist ein prinzipielles Blockschaltbild einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen elektrischen Schraubvorrichtung 1 dargestellt. Ein Steuergerät 2 ist über eine elektrische Leitung 3 mit einer elektrischen Schraubvorrichtung 4 verbunden. Die Leitung 3 führt zu einer Schraubvorrichtung 4, die als Pistolenschrauber ausgebildet ist. Der Pistolenschrauber enthält einen Elektromotor 5, über den ein Schraubwerkzeug 6 angetrieben wird. Als Schraubwerkzeug 6 kann z.B. eine sogenannte Stecknuß oder ein Schraubschlüsselaufsatz verwendet werden. Das Schraubwerkzeug 6 kann mit einer Schraube 17 in Eingriff gebracht werden, so daß der Schraubenkopf formschlüssig von dem Schraubwerkzeug 6 umfaßt und durch Rotation des Schraubwerkzeugs 6 gedreht wird.

[0031] Wahlweise können auch anders ausgestaltete Schraubvorrichtungen 4 verwendet werden. Optional ist eine elektrische Leitung 7 strichliniert dargestellt, die das Steuergerät 2 mit einer stabartig ausgebildeten Schraubvorrichtung 4 verbindet.

[0032] Eine strichliniert dargestellte Leitung 8 verbindet das Steuergerät 2 optional mit einer Schraubvorrichtung 4, die im wesentlichen stabförmig ausgebildet ist, wobei das Schraubwerkzeug 6 am distalen Ende etwa im rechten Winkel von der Stabform absteht.

[0033] Die dargestellten Schraubwerkzeuge sind ihrer Form nach der jeweiligen Anwendung angepaßt und werden von einem Werker üblicherweise gehalten, z.B. bei der Arbeit an einem Montageband zur KFZ-Montage.

[0034] Das Steuergerät 2 weist eine Steuereinheit 9 auf. Die Steuereinheit 9 ist mit einer Anzeige 10, z.B. einer LCD-Anzeige oder einem Bildschirm, und einer Eingabetastatur 11 verbunden.

[0035] Die Steuereinheit ist über elektrische Leitungen 12 mit einem Servoverstärker 13 verbunden. Ferner führt von der Steuereinheit 9 eine Signalleitung 14 zu dem Servoverstärker 13. Von dem Servoverstärker 13 führt die elektrische Leitung zu der Schraubvorrichtung 4.

[0036] Über die elektrischen Leitungen 12 erfolgt die wesentliche Steuerung des Servoverstärkers (Leistungsversorgung) 13. Über die Signalleitung 14 werden Pulssignale übertragen, die den über die Leitung 3 an die Schraubvorrichtung 4 abgegebenen elektrischen Strom steuert. Somit bewirkt der Servoverstärker die Leistungsverstärkung des über die Leitung 14 erhaltenen Steuersignals.

[0037] Die Steuereinheit 9 kann als Hardware-Schaltung ausgebildet sein bzw. einen Mikroprozessor enthalten, der durch entsprechende Datenverarbeitungsprogramme betrieben wird.

[0038] In dem Steuergerät kann eine Meßvorrichtung 15 vorgesehen sein, die die Pulssignale mißt und anhand dessen das Drehmoment bestimmt.

[0039] Ferner kann das Steuergerät 9 mit einer Einstellvorrichtung 16 ausgebildet sein, über die die Pulsfrequenz und/oder das Puls/Pausenverhältnis einstellbar ist. Meßvorrichtung 15 und Einstelleinrichtung 16 können beispielsweise in dem zugehörigen Datenverarbeitungsprogramm verwirklicht werden.

[0040] In Figur 2 ist ein prinzipielles Blockschaltbild eines Versuchsaufbaus gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Gleiche Bezugszeichen haben im wesentlichen die gleiche Funktion wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel.

[0041] Das Steuergerät 2 ist mit einer regelbaren Stromversorgungseinheit 18 versehen. Die Stromversorgungseinheit 18 ist über elektrische Leitungen 12 mit dem Servoverstärker 13 versehen.

[0042] Der Servoverstärker 13 ist über die elektrische Leitung 3 mit der Schraubvorrichtung 4 in Form eines Pistolengriffschraubers verbunden. Die Schraubvorrichtung 4 hat im Griffteil den Elektromotor 5 integriert ausgebildet. Sie weist ein Schraubwerkzeug 6 in Form einer Stecknuß auf, die formschlüssig auf die Schraube 17 aufsteckbar ist.

[0043] Es ist ein Frequenzgenerator 19 vorgesehen, der als Steuereinheit 9 dient. Der Frequenzgenerator 19 ist über Leitungen 20 mit der Stromversorgungseinheit 18 verbunden. Die Leitungen 20 führen jeweils vom Frequenzgenerator 19 und der Stromversorgungseinheit 18 zu einer Und-Schaltung 21. Von dieser führt die Signalleitung 14 zu dem Servoverstärker 13 und überträgt die Steuersignale. Der Frequenzgenerator 19 liefert Steuersignale mit einstellbarer Frequenz und einstellbarem Puls/Pausenverhältnis. Dies Steuersignal wird in das von der Stromversorgungseinheit 18 zur Und-Schaltung 21 gelieferte Startsignal geschaltet.

[0044] Die Stromversorgungseinheit 18 kann im Prinzip wie die Steuereinheit 9 von Figur 1 ausgebildet sein und wahlweise auch eine Meßvorrichtung 15 und eine Einstelleinrichtung 16 beinhalten.

[0045] In Figur 3 ist in vier übereinander angeordneten Diagrammen der Verlauf der Pulssignale des Startsignals S, eine Pulsweitenmodulation PWM des Servoverstärkers 13, die Drehzahl D des Motors 5 und der Drehmomentverlauf M des Motors 5 dargestellt. Die vier

Diagramme sind durch senkrechte strichpunktierte Linien miteinander verbunden, wobei die strichpunktierten Linien entsprechend gleiche Zeitintervalle kennzeichnen, so daß die zeitliche Kohärenz der Größen erkennbar ist.

[0046] Auf der Abszisse aller Diagramme ist die Zeit t aufgetragen. Auf der Ordinate des obersten Diagramms ist das Startsignal S aufgetragen. Auf der Ordinate des zweitobersten Diagramms ist das Startsignal mit einer Pulsweitenmodulation PWM aufgetragen. Auf der Ordinate des zweituntersten Diagramms ist die Drehzahl D des Motors 5 aufgetragen. Auf der Ordinate des untersten Diagramms ist das Drehmoment M des Motors 5 aufgetragen.

[0047] Wie in dem obersten Diagramm dargestellt, wird das Startsignal S dem Motor 5 in Form von Pulssignalen 22 zugeführt. Jeder Strompuls 22 hat etwa gleiche Höhe. Zwei aufeinanderfolgende Pulse sind jeweils durch eine Pulspause 23 voneinander getrennt.

[0048] Die gesendeten Pulssignale 22 werden, wie im zweiten Diagramm dargestellt, einer konventionellen Pulsweitenmodulation unterzogen. Dabei wird jeder Puls entsprechend moduliert und in einzelne kurze aufeinanderfolgende Signale zerlegt. Diese Pulsweitenmodulation steuert den Drehmomentanstieg des Motors während eines Pulses. Die Pulspausen 23 zwischen den Pulssignalen 22 bleiben erhalten.

[0049] In dem zweituntersten Diagramm ist der Verlauf der Drehzahl D dargestellt. Über die Länge eines einzelnen Pulssignals 22 steigt die Drehzahl steil an. Der Elektromotor beschleunigt. Sobald das Pulssignal 22 endet und die Pulspause 23 eintritt, fällt die Drehzahl D stark ab. Sie wird deutlich reduziert und fällt bis auf 0. Aus mechanischdynamischen Gründen fällt das Drehmoment dann kurz unter 0 und steigt danach wieder bis auf etwa 0 an. Am Ende einer Pulspause 23 hat der Motor etwa Drehzahl 0. Erst bei einem neuen Pulssignal 22 steigt die Drehzahl wieder an. Dieser Vorgang wiederholt sich pro Pulssignal und folgender Pulspause. Bei jedem Pulssignal 22 steigt die Drehzahl D etwa auf den selben Wert an.

[0050] Im untersten Diagramm ist der Verlauf des Drehmoments M des Motors dargestellt. Zu Beginn jedes Pulssignals 22 steigt das Moment steil an. Zum Ende des Pulssignals 22 flacht der Drehmomentanstieg ruckartig ab und steigt nur noch leicht. Nach etwa zwei Drittel der Pulspause 23 fällt das Drehmoment auf 0 ab, sinkt leicht unter 0 und steigt bis zu Beginn eines neuen Pulssignals 22 wieder etwas an auf 0. Bei jedem neuen Pulssignal 22 steigt das Drehmoment auf einen etwas höheren Wert als beim vorhergehenden Pulssignal 22. Dadurch ergibt sich über die einzelnen Takte ein etwa linearer Anstieg des Drehmoments M .

[0051] Aus dem zeitlichen Verlauf von Steuersignal S , Drehzahl D und Drehmoment M ist die Funktionsweise dieser Ausführungsform der Erfindung ersichtlich. Dem Motor werden durch die Steuereinheit 9 bzw. den Frequenzgenerator 19 elektrische Pulssignale 22 zuge-

führt, die entsprechend durch zwischengeschaltete Pulspausen 23 getaktet sind. Die Pulspause 23 ist so lang, daß die Drehzahl des Motors in der Pulspause 23 deutlich reduziert wird. Das Pulsen überschreitet die Trägheitsgrenze des Motors, so daß sich die Drehzahl spürbar reduziert. Sie wird bis auf 0 reduziert. Ein neues Pulssignal 22 wird erst bei Erreichen der Drehzahl 0 abgegeben.

[0052] Mit dieser Steuerung wird das Beschleunigungs- und Reaktionsmoment, das vom Werker abgefangen werden muß, stark gedämpft. In den Pulspausen kann sich das System von Motor 5 und Schraubwerkzeug 6 entspannen. Wenn die Drehzahl bis auf 0 in einer Pulspause reduziert wird, so gibt der Motor seine Energie komplett an die Schraube 17 ab.

[0053] Durch Messen der Pulse 22 ist eine Drehmomentmessung möglich. Diese kann durch Abstimmung der Pulslängen relativ genau sein.

[0054] Die Pulsfunktion kann ein- und ausschaltbar sein. Es kann z.B. nur ab einem bestimmten Drehmoment oder nur beim Lösen oder nur beim Anziehen einer Schraube "gepulst" werden.

[0055] Das erfindungsgemäße Verfahren erzeugt im Vergleich zum Stand der Technik nur sehr wenig Wärme.

[0056] Die Pulsfrequenz und/oder das Puls/Pausen-Verhältnis kann während des Schraubablaufes passend eingestellt werden.

[0057] Das gesamte Verfahren kann in ein Datenverarbeitungsprogramm integriert werden, so daß eine optimale Steuerung und Anpassung an das jeweilige System möglich ist.

[0058] Vorteilhafterweise kann die Schraubvorrichtung akku- und/oder batteriebetrieben sein. Weiterhin können in einem solchen Fall Energieversorgung, Steuergerät, Steuereinheit, Elektromotor und /oder Schraubwerkzeug eine Einheit bilden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Antreiben einer elektrischen Schraubvorrichtung (1), wobei ein Steuergerät (2) einem Elektromotor (5) elektrischen Strom in Form von Pulssignalen (22) zuführt und der Motor (5) ein Drehmoment (M) erzeugt, das ein Schraubwerkzeug (6) mit einer Drehzahl (D) zum Betätigen einer Schraube (17) dreht, wobei die Pulssignale (22) pulswidenmoduliert werden
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Pulspause (23) zwischen zwei PWM-Pulssignalen (22) derart bestimmt wird, dass die Drehzahl (D) des Motors (5) in der Pulspause (23) zur Dämpfung eines Reaktionsmoments deutlich reduziert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,

- dass** die Drehzahl (D) des Motors (5) in der Pulspause (23) auf etwa 0 reduziert wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 5
dadurch gekennzeichnet,
dass während des LöSENS einer Schraube (17) gepulst wird.
 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 10
dadurch gekennzeichnet,
dass während des Anziehens einer Schraube (17) gepulst wird. 15
 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 20
dadurch gekennzeichnet,
dass nur oberhalb eines bestimmten Drehmomentgrenzwerts die Pulspause (23) abgestimmt auf die Reduktion der Drehzahl (D) bestimmt wird.
 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 25
dadurch gekennzeichnet,
dass das Abstimmen der Pulspause (23) auf die Reduktion der Drehzahl (D) zu- und abschaltbar ist.
 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 30
dadurch gekennzeichnet,
dass die Pulsfrequenz und/oder das Puls/Pausen-Verhältnis während des Schraubablaufes passend eingestellt wird. 35
 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 40
dadurch gekennzeichnet,
dass anhand der erfassten Pulse (22) das Drehmoment (M) gemessen wird.
 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 45
dadurch gekennzeichnet,
dass die Pulslänge entsprechend der Genauigkeit der Drehmomentmessung eingestellt wird.
 10. Elektrische Schraubvorrichtung (1), insbesondere zum Durchführen des Verfahrens nach Anspruch 1, mit einem Steuergerät (2), das mit einem Elektromotor (5) verbunden ist und diesem elektrischen Strom in Form von Pulssignalen (22) zuführt, wobei der Motor (5) mit einem Schraubwerkzeug (6) gekoppelt ist und ein Drehmoment (M) erzeugt, dass das Schraubwerkzeug (6) mit einer Drehzahl (D) zum Betätigen einer Schraube (17) dreht, wobei die Pulssignale (22) pulswidenmoduliert sind 50
dadurch gekennzeichnet, 55
- dass** das Steuergerät (2) mit einer Steuereinheit (9) verbunden ist, die eine Pulspause (23) zwischen zwei PWM-Pulssignalen (22) derart bestimmt, dass die Drehzahl (D) des Motors (5) in der Pulspause (23) zur Dämpfung eines Reaktionsmoments deutlich reduziert wird.
11. Schraubvorrichtung nach Anspruch 10.
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steuereinheit (9) die Pulspause (23) derart bestimmt, daß die Drehzahl (D) in der Pulspause (23) auf etwa 0 reduziert wird.
 12. Schraubvorrichtung nach Anspruch 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steuereinheit (9) zu- und abschaltbar ist.
 13. Schraubvorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Steuergerät (2) mit einer Einstelleinrichtung (16) verbunden ist, über die die Pulsfrequenz und/oder das Puls/Pausenverhältnis einstellbar ist.
 14. Schraubvorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
daß eine mit dem Steuergerät (2) verbundene Meßvorrichtung (15) vorgesehen ist, die das Drehmoment (M) anhand der erfaßten Pulse (22) mißt.
 15. Schraubvorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Elektromotor (5) über einen Servoverstärker (13) mit der Steuereinheit (9) verbunden ist.
 16. Schraubvorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Schraubvorrichtung akku- und/oder batteriebetrieben ist.
- Claims**
1. Method of driving an electrical screwdriving device (1), wherein a control device (2) feeds electrical current in the form of pulse signals (22) to an electric motor (5) and the motor (5) produces a torque (M) which turns a screwdriving tool (6) with a speed (D) for manipulating a screw (17), wherein the pulse signals (22) are pulse width-modulated,
characterized in that,
a pulse space (23) between two PWM pulse signals (22) is set such that the speed (D) of the motor (5) in the pulse space (23) is noticeably reduced for attenuating a reaction momentum.

2. Method according to Claim 1,
characterized in that,
the speed (D) of the motor (5) in the pulse space (23) is reduced approximately to zero.
3. Method according to one of the previous claims,
characterized in that,
pulsing takes place during the loosening of a screw (17).
4. Method according to one of the previous claims,
characterized in that,
pulsing takes place during the tightening of a screw (17).
5. Method according to one of the previous claims,
characterized in that,
the pulse space (23) matched to the reduction of the speed (D) is only set above a certain torque limit.
6. Method according to one of the previous claims,
characterized in that,
the matching of the pulse space (23) to the reduction of the speed (D) can be switched on and off.
7. Method according to one of the previous claims,
characterized in that,
the pulse frequency and/or the pulse/space ratio is suitably adjusted during the screwdriving process.
8. Method according to one of the previous claims,
characterized in that,
the torque (M) is measured based on the acquired pulses (22).
9. Method according to one of the previous claims,
characterized in that,
the pulse length is set according to the accuracy of the torque measurement.
10. Electrical screwdriving device (1), in particular for implementing the method according to Claim 1, with a control device (2), which is connected to an electric motor (5) and feeds electrical current to it in the form of pulse signals (22), wherein the motor (5) is coupled to a screwdriving tool (6) and a torque (M) is produced, which turns the screwdriving tool (6) with a speed (D) for manipulating a screw (17), wherein the pulse signals (22) are pulse width-modulated,
characterized in that,
the control device (2) is connected to a control unit (9), which sets the pulse space (23) between two PWM pulse signals (22) such that the speed (D) of the motor (5) in the pulse space (23) is noticeably reduced for attenuating a reaction momentum.
11. Screwdriving device according to Claim 10,

characterized in that,
the control unit (9) sets the pulse space (23) such that the speed (D) in the pulse space (23) is reduced to approximately zero.

12. Screwdriving device according to Claim 10 or 11,
characterized in that,
the control unit (9) can be switched on and off.
13. Screwdriving device according to one of the Claims 10 to 12,
characterized in that,
the control device (2) is connected to an adjusting device (16) through which the pulse frequency and/or the pulse/space ratio can be set.
14. Screwdriving device according to one of the Claims 10 to 13,
characterized in that,
a measurement device (15) connected to a control device (2) is provided which measures the torque (M) based on the acquired pulses (22).
15. Screwdriving device according to one of the Claims 10 to 14,
characterized in that,
the electric motor (5) is connected through a servo amplifier (13) to the control unit (9).
16. Screwdriving device according to one of the Claims 10 to 15,
characterized in that,
the screwdriving device is powered by an accumulator and/or battery.

Revendications

1. Procédé destiné à entraîner un dispositif de vissage (1) électrique, dans lequel un dispositif de commande (2) achemine vers un moteur électrique (5) un courant électrique sous forme de signaux d'impulsions (22) et le moteur (5) génère un couple de rotation (M), de telle sorte qu'un outil de vissage (6) tourne avec une vitesse de rotation (D) pour manoeuvrer une vis (17), dans lequel les signaux (22) d'impulsions sont modulés en largeur, **caractérisé en ce qu'un** intervalle d'impulsions (23) entre deux signaux à modulation d'impulsions en largeur (22) est déterminé de telle sorte que la vitesse de rotation (D) du moteur (5) pendant l'intervalle d'impulsions (23) est considérablement diminuée pour atténuer un couple de réaction.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la vitesse de rotation (D) du moteur (5) est réduite pratiquement à 0 pendant l'intervalle d'impulsions (23).

3. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le mode pulsé est appliqué pendant le desserrage d'une vis (17).
4. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le mode pulsé est appliqué pendant le serrage d'une vis (17). 5
5. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'intervalle d'impulsions (23) en correspondance avec la réduction de la vitesse de rotation (D) est déterminé uniquement au-dessus d'une valeur seuil déterminée du couple de rotation. 10
6. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la correspondance de l'intervalle d'impulsions (23) avec la réduction de la vitesse de rotation (D) peut être activée et désactivée. 15
7. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la fréquence d'impulsion et/ou le rapport des impulsions et intervalles entre impulsions pendant le processus de vissage sont réglés de manière adaptée. 20
8. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le couple de rotation (M) est mesuré à l'appui des impulsions (22) enregistrées. 25
9. Procédé selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la durée des impulsions est réglée conformément à la précision de la mesure du couple de rotation. 30
10. Dispositif de vissage électrique (1), en particulier destiné à la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, comprenant un dispositif de commande (2), qui est relié à un moteur électrique (5) et achemine vers celui-ci un courant électrique sous forme de signaux d'impulsions (22), dans lequel le moteur (5) est couplé à un outil de vissage (6) et génère un couple de rotation (M) de telle sorte que l'outil de vissage (6) tourne avec une vitesse de rotation (D) pour manoeuvrer une vis (17), dans lequel les signaux d'impulsions (22) sont modulés en largeur, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (2) est relié à une unité de commande (9), qui détermine un intervalle d'impulsions (23) entre deux signaux à modulation d'impulsions en largeur (22), de telle sorte que la vitesse de rotation (D) du moteur (5) est nettement réduite pendant l'intervalle d'impulsions (23) pour atténuer un couple de réaction. 40 45 50 55
11. Dispositif de vissage selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** l'unité de commande (9) détermine l'intervalle d'impulsions (23) de telle sorte que la vitesse de rotation (D) est pratiquement réduite à 0 pendant l'intervalle d'impulsions (23).
12. Dispositif de vissage selon la revendication 10 ou 11, **caractérisé en ce que** l'unité de commande (9) peut être activée et désactivée.
13. Dispositif de vissage selon une des revendications 10 à 12, **caractérisé en ce que** le dispositif de commande (2) est relié à une unité de réglage (16), qui permet de régler la fréquence d'impulsion et/ou le rapport des impulsions et intervalles entre impulsions.
14. Dispositif de vissage selon une des revendications 10 à 13, **caractérisé en ce qu'il** est prévu un dispositif de mesure (15), qui est relié avec le dispositif de commande (2) et qui mesure le couple de rotation (M) sur la base des impulsions (22) détectées.
15. Dispositif de vissage selon une des revendications 10 à 14, **caractérisé en ce que** le moteur électrique (5) est relié à l'unité de commande (9) par l'intermédiaire d'un servo-amplificateur (13).
16. Dispositif de vissage selon une des revendications 10 à 15, **caractérisé en ce que** le dispositif de vissage peut être actionné par accumulateur et/ou batterie.

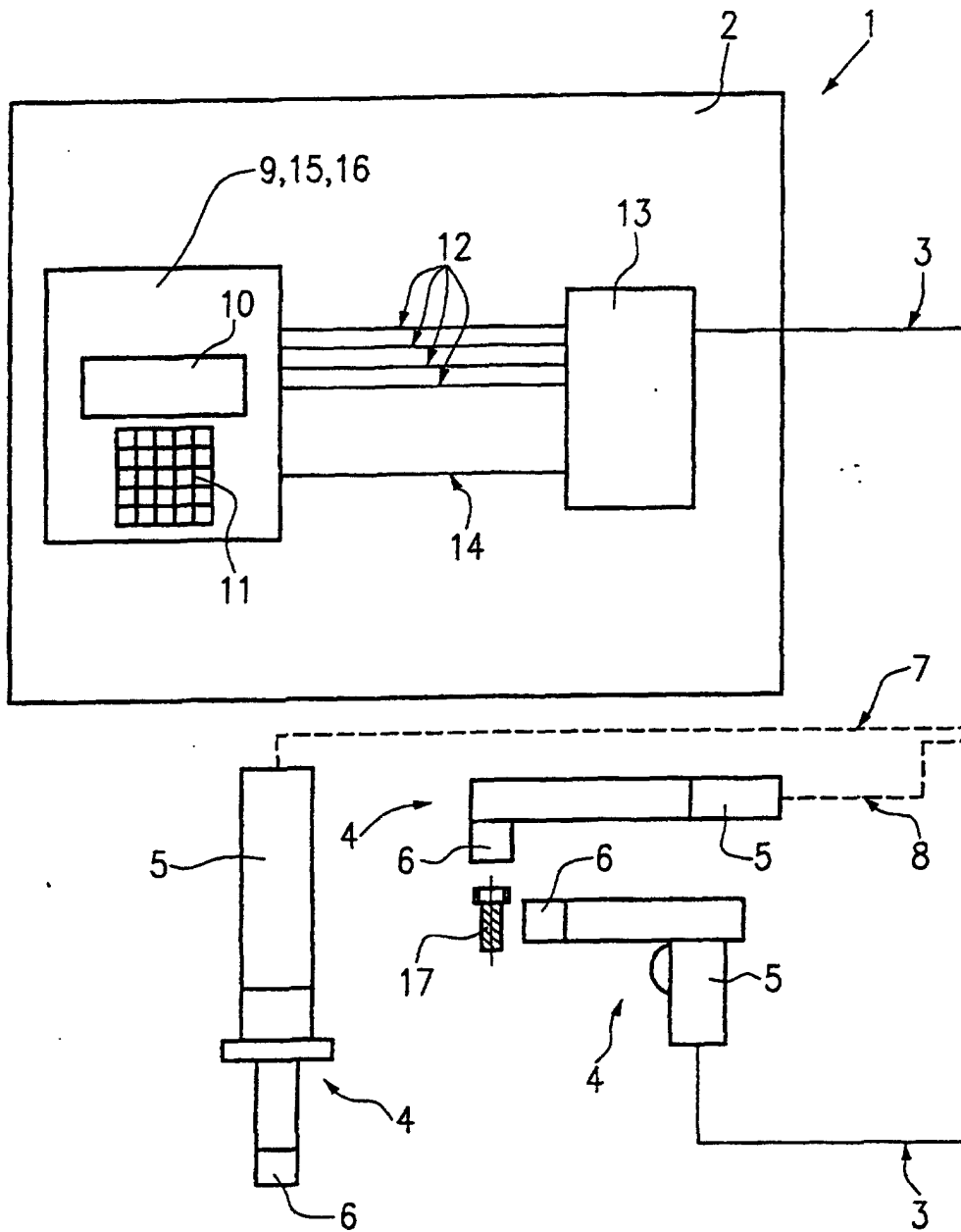


FIG. 1

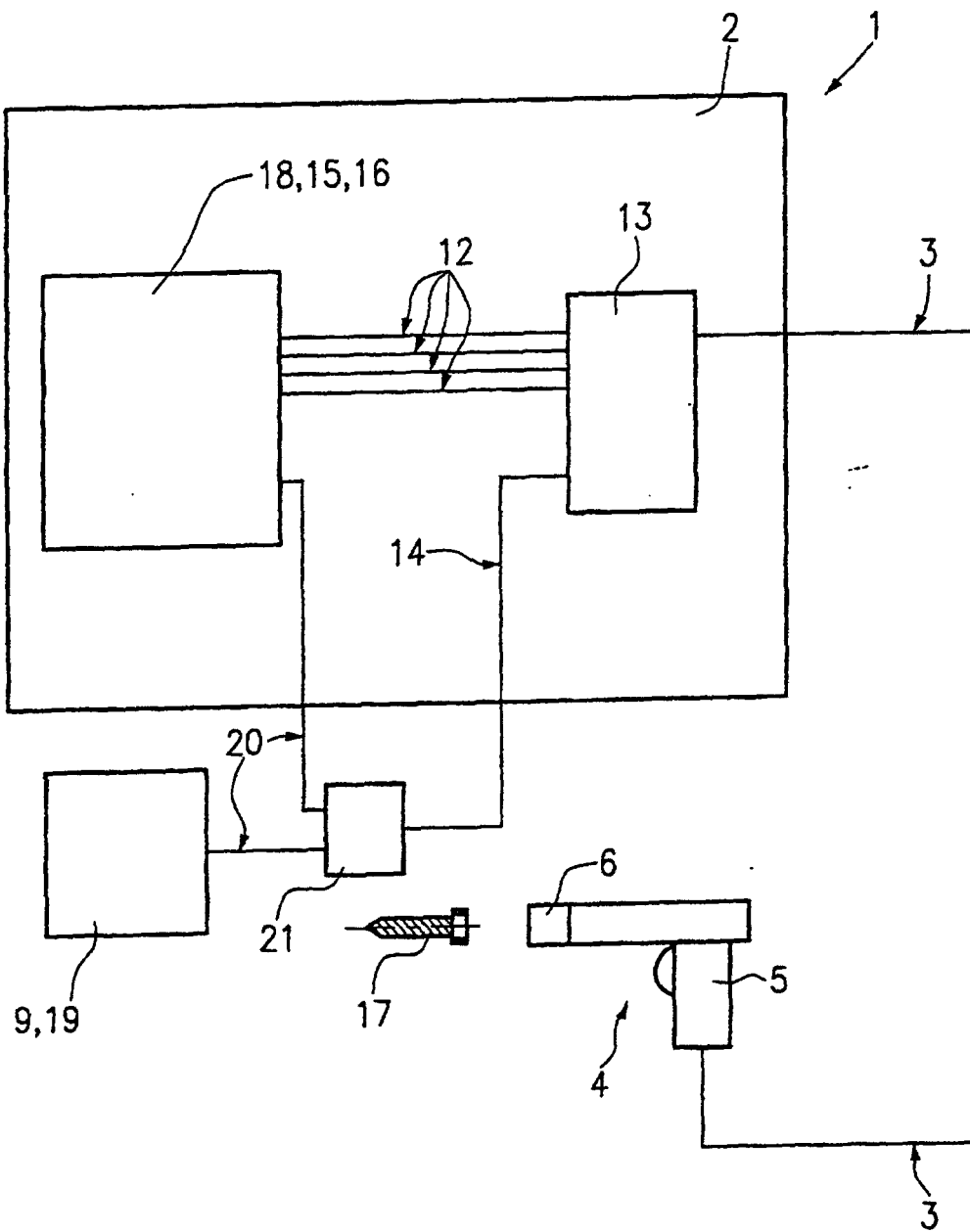


FIG. 2

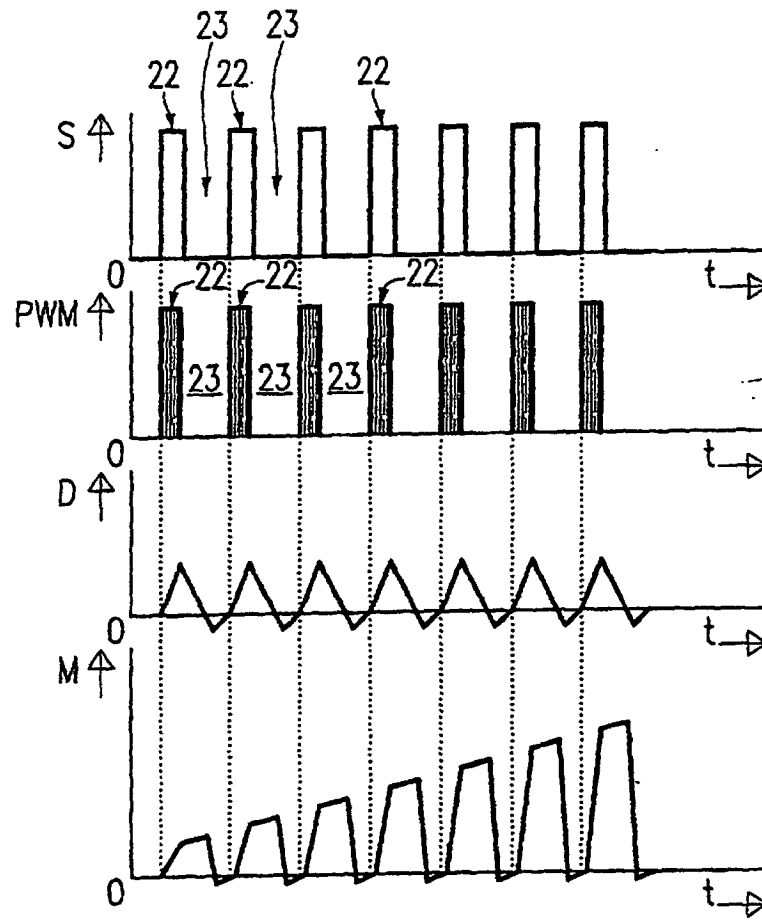


FIG. 3