



<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : B25B</p>	<p>A2</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/45995 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 10. August 2000 (10.08.00)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/00819 (22) Internationales Anmeldedatum: 2. Februar 2000 (02.02.00) (30) Prioritätsdaten: 199 04 776.6 5. Februar 1999 (05.02.99) DE (71)(72) Anmelder und Erfinder: WILHELM, Raimund [DE/DE]; Mantelhofstrasse 11, D-73457 Essingen (DE). (74) Anwalt: RUTETZKI, Andreas; Müller-Boré & Partner, Grafinger Strasse 2, D-81671 München (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> <p>Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i></p>

<p>(54) Title: ECONOMY CONNECTION FOR A CABLE (54) Bezeichnung: KABEL-SPARSCHALTUNG (57) Abstract The invention relates to a screwing system comprising a screwing device (32), a central unit (30) and a transmitting means (34). The screwing device (32) has at least one encoder (38) for generating encoded data from a plurality of data in the screwing device (32) and the central unit (30) comprises at least one decoder (44) for restoring the plurality of data from the transmitted, encoded data and the transmitting means (34) is configured for the transmission of the encoded data from the screwing device (32) to the central unit (30). (57) Zusammenfassung Schraubenanordnung mit einem Schraubgerät (32), einer Zentraleinheit (30) und einem Übertragungsmittel (34), wobei das Schraubgerät (32) zumindest einen Kodierer (38) zur Erstellung von kodierten Daten aus einer Vielzahl von Daten in dem Schraubgerät (32) und die Zentraleinheit (30) zumindest einen Dekodierer (44) zur Wiederherstellung der Vielzahl von Daten aus den übertragenen kodierten Daten aufweist und das Übertragungsmittel (34) zur Übertragung der kodierten Daten von dem Schraubgerät (32) zu der Zentraleinheit (30) ausgelegt ist.</p>	
---	--

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshjan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

KABEL-SPARSCHALTUNG

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Übertragen kodierter Daten zwischen einem Schraubgerät und einer zugeordneten Zentraleinheit.

Fig. 1 zeigt eine schematische Seitenansicht eines Elektro-Handschräubers 8, wie er im Stand der Technik verwendet wird. Zum Betrieb eines solchen Bearbeitungsgerätes sind elektrische Anschlußleitungen 22 erforderlich, die das Gerät mit einer zugehörigen Steuerungs- und Versorgungseinheit verbindet. Aufgrund der vielfältigen benötigten Funktionen in einem solchen Elektro-Handschräuber werden entsprechende mehradrige und damit schwere Kabel benötigt. So weist ein herkömmlicher Handschräuber typischerweise eine folgende Kabelbelegung auf:

Nummer	Kabel für	Anzahl der Kabeladern	verdrillt und abgeschirmt
1	Motorversorgung	4	nein
2	Motorlagegeber	4	ja
3	Startschalter	2	ja
4	IO/NIO Kontrollleuchten	2	ja
5	Drehmomentsensor	4	ja
6	Drehwinkelsensor	2	ja

Um demnach die notwendigen Signale bzw. Versorgungsspannungen zu der Motorversorgung 10, dem Motorlagegeber 12, dem Startschalter 14, den IO/NIO Kontrollleuchten 20a, 20b, dem Drehwinkelsensor 16 und dem Drehmomentsensor 18 zu übertragen, ist typischerweise ein Anschlußkabel 22 mit 18 Kabeladern notwendig. Zwangsweise führen solche aufwendigen und dicken Kabel auch zu komplexen, anfälligen und teuren Steckerverbindersystemen und ziehen

einen entsprechend hohen Kabelkonfektionierungsaufwand nach sich. Da solche Kabel ständigen mechanischen Belastungen ausgesetzt sind, sind sie sehr störanfällig und müssen in regelmäßigen Abständen ausgetauscht werden.

5 Demgemäß ist es eine Aufgabe der Erfindung, eine Anordnung und ein Verfahren zur störungssicheren und zuverlässigen und dabei kostengünstigen Übertragung von Signalen bzw. Daten und Versorgungsleistungen zwischen einem Schraubgerät und einer zugeordneten Zentraleinheit unter Einsatz kostengünstiger Teile anzugeben, wobei die Anordnung bevorzugt auch in hohen und sehr hohen
10 Drehzahlbereichen motorgesteuerter Schraubgeräte einsetzbar sein soll.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Schrauberanordnung gemäß Anspruch 1, ein Verfahren zur Übertragung von Daten gemäß Anspruch 16 und eine Verwendung gemäß Anspruch 14 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen
15 sind Gegenstand der Unteransprüche.

Eine erfindungsgemäße Schrauberanordnung umfaßt ein Schraubgerät, eine Zentraleinheit und ein Übertragungsmittel, wobei das Schraubgerät zumindest einen Kodierer zur Erstellung von kodierten Daten aus einer Vielzahl von Daten
20 in dem Schraubgerät und die Zentraleinheit zumindest einen Dekodierer zur Wiederherstellung (Dekodierung) der Vielzahl von Daten aus den übertragenen kodierten Daten aufweist und das Übertragungsmittel zur Übertragung der kodierten Daten von dem Schraubgerät zu der Zentraleinheit ausgelegt ist. Insbesondere können somit von dem Schraubgerät erfaßte Daten bzw. Signale
25 durch den Kodierer, welcher in dem Schraubgerät vorgesehen ist, in kodierte Daten gewandelt werden, die nachfolgend auf eine Übertragung mittels des Übertragungsmittels in der Zentraleinheit durch den Dekodierer wieder in die ursprünglichen Daten (Vielzahl von Daten) dekodierbar sind.

30 Bevorzugt ist das Übertragungsmittel zu einer seriellen Übertragung der kodierten Daten ausgelegt. Jedoch ist es ebenfalls möglich, einen Teil der Daten in herkömmlicher Weise (parallel) zu übertragen, während ein anderer Teil der Daten in Form der kodierten Daten seriell übertragen wird.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt das Übertragungsmittel zumindest ein flexibles Kabel, welches das Schraubgerät mit der zugeordneten Zentraleinheit verbindet.

5 Bevorzugt ist das flexible Kabel ein zweiadriges Übertragungskabel, welches zusätzlich zu einem Leistungsversorgungskabel zwischen dem Schraubgerät und der Zentraleinheit bereitgestellt ist. In diesem Fall kann das Leistungsversorgungskabel ein herkömmliches Versorgungskabel (Stromkabel) sein, das keine weiteren Kabeladern zur Datenübertragung aufweisen muß. Das Übertragungs-
10 kabel andererseits ist bevorzugt ein zweiadriges Kabel, das eine zusätzliche Abschirmung und/oder Verdrillung (twisted pair) aufweisen kann.

Besonders bevorzugt ist es, daß Kabel als ein zumindest zweiadriges Leistungsversorgungskabel auszulegen und das Schraubgerät mit einem Übertragungs-
15 transformator zur Übertragung der kodierten Daten über das Leistungsversorgungskabel bereitzustellen, um so auf ein zusätzliches Übertragungskabel verzichten zu können. Somit werden zur Verbindung der Zentraleinheit mit dem Schraubgerät nur stabile und störungssichere Leistungsversorgungskabel bzw. -kabeladern eingesetzt. Der Übertragungstransformator kann hierbei ein Hoch-
20 frequenztransformator sein, der die zu übertragenden kodierten Daten als Modulationssignale auf das Leistungsversorgungskabel aufmoduliert. Bevorzugt kann auch eine Leistungsversorgung des Kodierers über den Übertragungstransformator von dem Leistungsversorgungskabel erfolgen. Ferner ist es ebenfalls möglich, die Leistungsversorgung des Kodierers getrennt von der Daten- bzw. Signalüber-
25 tragung mittels eines zweiten Übertragungstransformators, der ebenfalls an das Leistungsversorgungskabel angeschlossen ist, vorzusehen.

Die Zentraleinheit der Schrauberanordnung kann insbesondere eine Versorgungs- und/oder Steuereinheit sein, die Steuerungssignale und/oder Strom- bzw. Span-
30 nungsversorgungen für das Schraubgerät steuern bzw. regeln kann.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist in der Zentraleinheit zumindest ein Kodierer zum Kodieren einer Vielzahl von Zentraleinheitsdaten in kodierte

Zentraleinheitsdaten und in dem Schraubgerät zumindest ein Dekodierer zum Dekodieren der übertragenen kodierten Zentraleinheitsdaten in die Vielzahl der Zentraleinheitsdaten vorgesehen und das Übertragungsmittel zur Übertragung der kodierten Zentraleinheitsdaten von der Zentraleinheit zu dem Schraubgerät ausgelegt. Hierdurch ist es möglich, einen bidirektionalen kodierten Daten- bzw. Signalstrom zwischen dem Schraubgerät und der Zentraleinheit bereitzustellen. Dieser Daten- bzw. Signalstrom von der Zentraleinheit zu dem Schraubgerät kann entweder über das Übertragungskabel bzw. das Leistungsversorgungskabel oder über ein zusätzlich bereitgestelltes Übertragungskabel bzw. weitere Kabeladern erfolgen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist das Schraubgerät zumindest einen Motor auf, der von der Zentraleinheit steuerbar ist. Außer bei dem genannten Schraubgerät der Schrauberanordnung kann die Erfindung auch beispielsweise bei Bohr-, Fräs- und/oder Schraubgeräten entsprechender Anordnungen Verwendung finden, deren jeweilige Motoren insbesondere bürstenlose Gleichstrommotoren sein können.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfaßt die Zentraleinheit zumindest eine Zeitprozessierungseinheit, die zur Bestimmung einer Eingangszeit eines Einganges eines Datensatzes der übertragenen kodierten Daten in der Zentraleinheit und/oder eine Wiederherstellungszeit (Dekodierungszeit) einer Wiederherstellung (Dekodierung) eines Datensatzes der Vielzahl der Daten in der Zentraleinheit und zur Berechnung einer Motorsteuerungssignalausgabezeit aus der Eingangszeit oder der Wiederherstellungszeit unter Berücksichtigung einer vorbestimmten Prozeß- und Übertragungszeit ausgelegt ist und die Zentraleinheit zur Ausgabe von Motorsteuerungssignalen an dem Motor, die zu der Steuerungssignalausgabezeit wirksam werden, ausgelegt ist. Durch die Zeitprozessierungseinheit ist es möglich, die Zeitverzögerung, die durch die Kodierung, Übertragung und Dekodierung der Vielzahl von Daten bzw. kodierten Daten zwischen deren Detektion bzw. Erzeugung in dem Schraubgerät und der Weiterverarbeitung der Zentraleinheit auftritt, zu korrigieren bzw. bei der Steuerung des Motors zu berücksichtigen, ohne auf kostenträchtige Bauteile für Hochfrequenzanwendun-

gen zurückgreifen zu müssen. Eine solche Prozeß- und Übertragungszeit wird sich insbesondere immer dann besonders bemerkbar machen, wenn eine zeitlich hochpräzise Steuerung bzw. Regelung des Schraubgerätes in Abhängigkeit von zuvor von demselben in die Zentraleinheit übertragenen Daten vorgesehen ist.

5 Insbesondere ermöglicht die Zeitprozessierungseinheiten die zeitlich hochpräzise Steuerung bzw. Regelung eines Elektromotors des Schraubgerätes auch in Motordrehzahlbereichen, die aufgrund der hierbei nicht mehr vernachlässigbaren Prozeß- und Übertragungszeit keine "Echtzeitsteuerung bzw. -regelung" mehr ermöglichen, einschließlich der jeweiligen Drehwinkellagen während der Bewe-

10 gung und in der vorgesehenen Endposition.

Bevorzugt werden hierbei einzelne Datensätze der kodierten Daten von dem Schraubgerät zu der Zentraleinheit nur in einem Signal- bzw. Datenänderungsfall übertragen, d. h. ein neuer Datensatz kodierter Daten wird immer nur dann von

15 dem Kodierer zu dem Dekodierer gesendet, wenn sich der Datensatz von dem unmittelbar vorhergehenden Datensatz unterscheidet. Durch die Bestimmung der Eingangszeit des Eingangs eines Datensatzes in der Zentraleinheit durch die Zeitprozessierungseinheit und der vorbestimmten Prozeß- und Übertragungszeit ist es folglich möglich, eine Steuerungssignalausgabezeit insbesondere für den

20 Motor zu bestimmen, bei der Steuerungssignale in dem Schraubgerät wirksam werden müssen, um zeitlich richtig "synchronisiert" zu sein. Ein solches Steuerungssignal ist beispielsweise die Spannung bzw. die Stromstärke von einer der Motorphasen der Leistungsversorgung des Elektromotors.

25 Bevorzugt umfaßt die Zeitprozessierungseinheit zumindest einen ersten und einen zweiten Timer, wobei der erste Timer zur Bestimmung der Eingangszeit und/oder der Wiederherstellungszeit und der zweite Timer zur Bestimmung der Motorsteuerungsausgabezeit ausgelegt ist.

30 Besonders bevorzugt ist der erste Timer als Aufwärtzähltimer ausgelegt, der jeweils von einem vorbestimmten Ausgangswert zu einer Eingangszeit eines vorangegangenen Datensatzes der übertragenen kodierten Daten bis zu einem Zielwert zu der Eingangszeit des (späteren) Datensatzes aufwärts zählt, wobei

die Zeitprozessierungseinheit zur Übergabe des um die Prozeß- und Übertragungszeit korrigierten Zielwertes an den zweiten Timer ausgelegt ist, der zweite Timer ein Abwärtszähltimer ist und von dem korrigierten Zielwert zu dem vorbestimmten Ausgangswert abwärts zählt und die Zentraleinheit zur Ausgabe der Motorsteuersignale an den Motor zu der Motorsteuerungssignalausgabezeit ausgelegt ist, bei welcher der zweite Timer auf den vorbestimmten Ausgangswert gezählt hat.

Bevorzugt ist der vorherangegangene Datensatz einer von drei unmittelbar vorangegangenen Datensätzen oder ein vorbestimmter Mittelwert aus diesen, besonders bevorzugt der erste unmittelbar vorangegangene Datensatz. Bevorzugt zählt der erste Timer von dem vorbestimmten Ausgangswert 0 zu der Eingangszeit des unmittelbar vorangegangenen Datensatzes der übertragenen kodierten Daten bis zu einem Zielwert, den er zur Eingangszeit des unmittelbar nachfolgenden Datensatzes erreicht, und der zweite Timer zählt von dem korrigierten Zielwert zu dem Ausgangswert 0 abwärts. Der korrigierte Zielwert ergibt sich hierbei aus dem Zielwert minus einem Wert, der der Prozeß- und Übertragungszeit entspricht. Wenn der Timer 2 den vorbestimmten Ausgangswert 0 erreicht hat, werden beispielsweise Motorsteuerungssignale zur Steuerung der Motorkommutierung ausgegeben.

Erfindungsgemäß wird eine Verwendung von zumindest einem Kodierer in einem Schraubgerät und zumindest einem Dekodierer in einer Zentraleinheit vorgeschlagen, wobei der Kodierer eine Vielzahl von Daten als kodierte Daten kodiert und der Dekodierer die übertragenen kodierten Daten in die Vielzahl von Daten dekodiert und so eine Reduktion einer Übertragungskabelanzahl eines Übertragungsmittels unter eine Datenleitungsanzahl des Schraubgerätes bzw. Anzahl der von dem Schraubgerät erfaßten unterschiedlichen Sensorsignalen bzw. Daten ermöglicht, insbesondere unter vier, bevorzugt unter drei. Hierdurch ist es möglich, die Anzahl der benötigten Kabel bzw. Kabeladern zwischen einem Schraubgerät und einer zugeordneten Zentraleinheit erheblich zu reduzieren.

Insbesondere wird die Verwendung einer erfindungsgemäßen Schraubenanord-

nung mit einer Zeitprozessierungseinheit für Schraubgeräte vorgeschlagen, die auch in einem hohen Drehzahlbereich größer 5000 Umdrehungen/Minute, insbesondere größer 10000 Umdrehungen/Minute arbeiten sollen. In diesen hohen Drehzahlbereichen von Schraubgeräten ist eine "Echtzeitsteuerung" von beispielsweise einem Schraubgerätmotor nur unter großen Schwierigkeiten möglich, da die entsprechenden Zeitskalen eine Steuerung bzw. Regelung im MHz-Frequenzbereich erforderlich machen. Die Verwendung einer erfindungsgemäßen Schrauberanordnung und einer Zeitprozessierungseinheit ermöglicht jedoch eine Lösung des Prozeß- bzw. Übertragungszeitproblems mit elektronischen Mitteln, die lediglich eine typische Bearbeitungsfrequenz im kHz-Bereich aufweisen müssen. Diese Lösung ist sowohl im Hinblick auf die Herstellungskosten als auch auf die Baugröße und Betriebssicherheit einer "MHz-Lösung" weit überlegen.

Erfindungsgemäß wird ferner ein Verfahren zur Übertragung von Daten zwischen einem Schraubgerät und einer Zentraleinheit mit folgenden Schritten bereitgestellt:

Kodieren einer Vielzahl von Daten in dem Schraubgerät in kodierte Daten, Übertragen der kodierten Daten zu der Zentraleinheit und Dekodieren der übertragenen kodierten Daten in die Vielzahl der Daten in der Zentraleinheit.

Gemäß einer besonderen Ausführungsform weist das Verfahren folgende zusätzliche Schritte auf:

Kodieren einer Vielzahl von Zentraleinheitsdaten in der Zentraleinheit in kodierte Zentraleinheitsdaten, Übertragen der kodierten Zentraleinheitsdaten zu dem Schraubgerät und Dekodieren der übertragenen kodierten Zentraleinheitsdaten in die Vielzahl der Zentraleinheitsdaten in dem Schraubgerät.

Das Verfahren sieht insbesondere vor, daß die Zentraleinheit eine Steuerungssignalausgabezeit aus einer Eingangszeit eines Datensatzes der übertragenen kodierten Daten in der Zentraleinheit und/oder einer Wiederherstellungszeit (Dekodierungszeit) einer Wiederherstellung (Dekodierung) eines Datensatzes der

Vielzahl der Daten in der Zentraleinheit unter Berücksichtigung einer vorbestimmten Prozeß- und Übertragungszeit bestimmt und Steuerungssignale an das Schraubgerät überträgt, die zu der Steuerungssignalausgabezeit wirksam werden. Die Steuerungssignale können insbesondere Versorgungsspannungen bzw. Ströme der einzelnen Motorphasen eines Motors des Schraubgerätes sein, die zu dem Zeitpunkt der Steuerungssignalausgabezeit von der Zentraleinheit ausgegeben werden.

Bevorzugt bestimmt die Zentraleinheit die Eingangszeit des Datensatzes der kodierten Daten aus einer Zeitdifferenz zwischen einem Eingang eines vorherigen Datensatzes und dem Eingang des (zeitlich späteren) Datensatzes der kodierten Daten in der Zentraleinheit.

Besonders bevorzugt ist es hierbei, daß der vorherige Datensatz ein unmittelbar vorheriger Datensatz ist. In diesem Fall ist es insbesondere möglich, daß die Steuerungsausgabezeit der Eingangszeit des Datensatzes der übertragenen kodierten Daten um eine Zeitspanne nachfolgt, welche die um die Prozeß- und Übertragungszeit verringerte Eingangszeit ist.

Ein besonderer Vorteil der Erfindung ist in der Verwendung eines Verfahrens bzw. einer Schrauberanordnung bzw. einer Steuerung von Hochpräzisions-schraubgeräten zu sehen, bei denen es auf eine hochpräzise Werkzeugwinkelpositionierung bzw. -steuerung unabhängig von der Betriebsdrehzahl eines Schraubermotors ankommt.

Die Erfindung wird nachfolgend beispielhaft mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Seitenansicht eines herkömmlichen Handschraubers;
- Fig. 2 ein Blockschalttdiagramm einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Schrauberanordnung;
- Fig. 3 ein Blockschalttdiagramm einer weiteren Ausführungsform der erfin-

dungsgemäßen Schrauberanordnung;

Fig. 4 ein Blockschaltdiagramm einer weiteren Ausführungsform einer weiteren erfindungsgemäßen Schrauberanordnung;

Fig. 5 ein Flußdiagramm, das die logische Schrittabfolge in einem Kodierer einer erfindungsgemäßen Schrauberanordnung zeigt;

Fig. 6 ein Flußdiagramm, das die logische Schrittabfolge in einem Dekodierer einer erfindungsgemäßen Schrauberanordnung zeigt; und

Fig. 7 ein Signal-Zeitdiagramm, das die Funktionsweise eines ersten und zweiten Timers einer Zeitprozessierungseinheit einer erfindungsgemäßen Schrauberanordnung zeigt.

In Fig. 2 ist schematisch ein wesentlicher Teil der Schaltungselektronik einer ersten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Schrauberanordnung als Blockschaltdiagramm dargestellt. Die Schrauberanordnung wird nachfolgend auch allgemein als Bearbeitungsanordnung und das Schraubgerät als Bearbeitungsgerät bezeichnet. Das Bearbeitungsgerät ist ein Handschrauber 32, der einen bürstenlosen Gleichstrommotor 36 mit zugeordnetem Motorlagegeber 12 umfaßt. Der Motorlagegeber 12 ist über ein vieradriges Kabel mit dem Kodierer 38 verbunden, welcher als Sender dient. Startschaltersignale bzw. -daten 14', die von einem manuell zu bedienendem Startschalter 14 (vgl. Fig. 1) erzeugt werden, werden über ein zweiadriges Kabel in den Kodierer 38 eingespeist. Der Motorlagegeber 12 weist typischerweise zumindest drei Hallsensoren auf, mit denen eine Drehwinkelorientierung einer Motorwelle des Motors zu jedem Zeitpunkt bestimmt werden kann. In ähnlicher Weise erhält der Kodierer 38 Drehmomentensordaten bzw. -signale 18' sowie Drehwinkelsensordaten bzw. -signale 16' über vier- bzw. zweiadrige Kabel. Das Bearbeitungsgerät 32 umfaßt ferner einen Dekodierer (Empfänger) 40, über den Kontrollleuchten IO (grün) 20a und NIO (rot) 20b angesteuert werden.

Das Bearbeitungsgerät 32 ist über ein Übertragungsmittel 34 mit einer Zentraleinheit 30 verbunden. Das Übertragungsmittel 34 besteht hierbei aus einem fünf- bis sechsadrigen flexiblen Kabel, welches in ein drei-vieradriges Leistungs- bzw. Motorversorgungskabel und ein zweiadriges Daten- bzw. Signalübertragungs-

kabel aufgeteilt ist. Das Leistungsversorgungskabel und das Datenübertragungs-
kabel sind hierbei in einer gemeinsamen Schutzarmierung bereitgestellt. Das
Motorversorgungskabel ist mit einem Leistungsteil 42 in der Zentraleinheit 30
und das Signal- bzw. Datenübertragungskabel ist mit einem Dekodierer (Empfänger)
5 44 in der Zentraleinheit 30 elektrisch leitfähig verbunden. In der Zentralein-
heit 30 ist ferner ein Kodierer (Sender) 46 untergebracht, der mit dem Deko-
dierer 44 in Verbindung steht. Der Kodierer 46 und der Dekodierer 44 sind über
ein vieladriges Breitbandkabel mit einer Schraubersteuereinheit 48 verbunden.
Die elektrischen Leistungsversorgungsleitungen zu dem Dekodierer 44, dem
10 Kodierer 46 und der Schraubersteuereinheit 48 sind nicht dargestellt.

In Fig. 3 ist eine schematische Blockansicht einer zweiten Ausführungsform einer
erfindungsgemäßen Bearbeitungsanordnung 32 dargestellt. Im Gegensatz zu der
in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform wird hierbei ein Übertragungstrans-
15 formator 50 in dem Bearbeitungsgerät 32 verwendet, um Signale bzw. Daten
sowie eine Versorgungsleistung des Kodierers 38 und Dekodierers 40 über die
Leistungs- bzw. Motorleistungsversorgungskabel zu senden bzw. empfangen.
Auf das zusätzliche zweiadrige Signal- bzw. Datenübertragungskabel, das in der
in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform verwendet wird, kann dadurch verzich-
20 tet werden. Der Übertragungstransformator 50 ist ein Hochfrequenztransforma-
tor, der die Daten bzw. Signale auf zwei Kabeladern des Motorversorgungs-
kabels hochfrequent aufmoduliert. Die Gesamtzahl der für das Übertragungs-
mittel notwendigen Kabeladern kann somit bis auf drei Kabeladern reduziert
werden. Das Motorversorgungskabel ist ein herkömmliches Standardstromkabel,
25 welches wesentlich günstiger als ein 18-adriges Spezialanschlußkabel ist, das im
Stand der Technik verwendet wird (vergleiche Fig. 1).

Fig. 4 zeigt eine dritte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Bearbeitungs-
anordnung 32. Im Unterschied zu der in Fig. 3 dargestellten Ausführungsform
30 wird hierbei die Leistungsversorgung des Kodierers 38 und des Dekodierers 40
des Bearbeitungsgerätes 32 von einem getrennten Übertragungstransformator
52 übernommen, der zusätzlich zu dem Übertragungstransformator 50 vor-
gesehen ist, wodurch eine Verbesserung der Übertragungseffizienz und Si-

cherheit von Daten und Leistungen ermöglicht wird.

Im folgenden wird die Arbeitsweise der erfindungsgemäßen Bearbeitungsanordnung 32, hier ein Elektro-Handschauber, erläutert. Ein Schraubvorgang mittels
5 des Elektro-Handschaubers 32 wird durch ein Betätigen des Startschalters 14 ausgelöst. Sämtliche in dem Handschauber 32 erfaßte Sensordaten bzw. -
signale, insbesondere die des Motorlagegebers 12, des Startschalters 14, des Drehmomentsensors 18 und des Drehwinkelsensors 16 werden dem Kodierer 38
10 des Handschaubers 32 zugeführt. Ändern sich ein oder mehrere Signale dieser genannten Sensordaten, so sendet der Kodierer 38 die Daten als einen kodierten Datensatz über das Übertragungsmittel 34 an die Zentraleinheit 30. Dort wird
der Datensatz der übertragenen kodierten Daten von dem Dekodierer 44 empfangen und nachfolgend in die ursprüngliche Vielfalt der Daten dekodiert. Zur
weiteren Verarbeitung der Daten sowie zur eigentlichen Steuerung des Hand-
15 schraubers 32 wird die Vielzahl der Daten von dem Dekodierer 44 über ein vieladriges Kabel nun einer Schraubersteuereinheit 48 übergeben, die zur Steuerung
des Handschaubers 23 ausgelegt ist. Abhängig von den in der Zentraleinheit 30 empfangenen kodierten Daten, erfolgt eine Steuerung des Schraub-
motors durch geeignete Steuerung der Motorkommutierung, auf die später noch
20 detailliert eingegangen wird.

Zusätzlich werden von dem Kodierer 46 in der Zentraleinheit 30 Kontrollsignale an den Dekodierer 40 in dem Handschauber 32 gesendet, um so mittels der
Leuchtioden 20a, 20b dem Bediener eine Rückmeldung geben, ob der Schraub-
25 vorgang ordnungsgemäß durchgeführt wird bzw. beendet ist. In diesem Fall leuchtet die Kontroll-LED 20a (grün), im Fehlerfall leuchtet die Kontroll-LED (NIO,
rot).

Die Betriebsweise der Bearbeitungsanordnung wird im folgenden anhand der
30 Flußdiagramme von Fig. 5 und 6 weiter verdeutlicht werden. Zunächst soll anhand von Fig. 5 die Betriebsweise des Kodierers 38 des Handschaubers 32
beschrieben werden. Betätigt der Benutzer den Startschalter 14 des Handschaubers 32, so wird das Startschaltersignal 14' des Startschalters 14 und die

Motorlagegeberdaten (Hallsensordaten) des Motorlagegebers 12 von dem Kodierer 38 ausgelesen bzw. empfangen. Ändern sich von einem Datensatz zum darauffolgenden Datensatz die Motorlagegeberdaten (Hallsensordaten), so werden die Daten in dem Kodierer 38 kodiert und über das Übertragungsmittel 5 34 an den Dekodierer 44 in der Zentraleinheit 30 gesendet. In dem Dekodierer 44 werden die übertragenen kodierten Daten nachfolgend dekodiert und weiterverarbeitet, was anhand von Fig. 6 genauer beschrieben werden wird. Ist der Wert des Start-Signals 14' des Startschalters 14 gleich dem Wert "STOP", so wird ein Stop-Kommando an den Dekodierer 44 in der Zentraleinheit 30 gesendet 10 und der Schraubvorgang beendet. Hat jedoch das Start-Signal einen anderen Wert, so erfolgt ein weiteres Auslesen und Vergleichen der Sensordaten im Handschrauber 32 durch den Kodierer 38. Folglich werden von dem Kodierer 38 nur Daten an den Dekodierer 44 gesendet, wenn eine Änderung der Hallsensordaten bzw. der Motorlagegeberdaten vorliegt. Typischerweise weist ein übertragener Datensatz eine Größe von zumindest vier, typischerweise acht oder 15 sechzehn Bit auf.

Die Betriebsweise des Dekodierers 44 der Zentraleinheit 30 soll im folgenden anhand des Flußdiagrammes von Fig. 6 näher erläutert werden. Dieses Flußdiagramm bezieht sich hierbei auf eine Ausführungsform der Bearbeitungsanordnung, die besonders für Handschrauber geeignet ist, die auch in einem hohen Drehzahlbereich über 5000 Umdrehungen/Minute eingesetzt werden sollen. Bei 20 derartig großen Drehzahlen stellt sich das Problem, daß keine "Echtzeitsteuerung" des Motors des Handschraubers 32 mehr von der Zentraleinheit 30 erfolgen kann, da eine Prozeß- und Übertragungszeit Δt nicht mehr vernachlässigbar gegenüber den typischen Kommutierungszeiten des bürstenlosen Gleichstrommotors ist, da die Übertragung zwischen dem Kodierer 38 und dem Dekodierer 44 typischerweise mit einer Datenübertragungsgeschwindigkeit von weniger als 25 50 kBaud erfolgt. Um jedoch eine tatsächliche "Echtzeitsteuerung" der Motor-30 kommutierung des Handschraubermotors 36 vornehmen zu können, wäre eine um Größenordnungen höhere Datenübertragungsrate notwendig. Eine hierfür notwendige MHz-Elektronik wäre jedoch aus Kosten-, Zuverlässigkeits- und Baugrößengründen unvorteilhaft.

Die in Fig. 6 beschriebene Ausführungsform löst dieses Problem durch einen Einsatz einer Zeitprozessierungseinheit, die eine Korrektur bzw. eine Bestimmung einer Ausgabezeit T_2 von Motorsteuerungssignalen bzw. Motorversorgungssignalen anhand einer von der Zentraleinheit 30 bestimmten Eingangszeit T_1 eines Datensatzes der übertragenen kodierten Daten vornimmt. Alternativ zu der Bestimmung der Eingangszeit T_1 eines Datensatzes der kodierten übertragenen Daten in der Zentraleinheit kann hierfür auch eine Wiederherstellungszeit (Dekodierungszeit) T_1' bestimmt werden. Unter der Wiederherstellungszeit T_1' wird dabei derjenige Zeitpunkt verstanden, bei welchem die Vielzahl der Daten von dem Dekodierer 44 aus dem Datensatz der übertragenen kodierten Daten wiederhergestellt worden ist.

Gemäß Fig. 6 wird ein Timer 1, der als Aufwärtzähltimer ausgelegt ist, auf den Wert 0 gesetzt und gestartet, wenn ein "START-Signal" von dem Kodierer 38 empfangen wird. Nachfolgend wird geprüft, ob die Daten des Motorlagegebers (Hallsensordaten) sich geändert haben. Ist das der Fall, so ist ein neuer Datensatz der kodierten Daten von dem Dekodierer 44 der Zentraleinheit empfangen worden. Daraufhin wird der Wert des Timer 1 ausgelesen (Timer 1 = XT_1). Dieser Wert XT_1 des Timers 1 läßt sich folglich einer Zeit T_1 zuordnen, die zwischen zwei Eingängen unmittelbar nachfolgender Datensätze von kodierten Daten in der Zentraleinheit 30 vergangen ist. Von diesem Zeitwert XT_1 wird nun zur Korrektur der Prozeß- und Übertragungszeit Δt ein Prozeß- und Übertragungszeitwert $X\Delta t$ abgezogen. Dieser Wert wird einem Timer 2, der als Abwärtzähltimer ausgelegt ist, übergeben wonach dieser gestartet wird. Zusätzlich wird das Kommutierungsregister für die Motorkommutierung des Handschrauber-motors 36 um einen Wert erhöht. Wird nachfolgend kein Stop-Signal von dem Kodierer 38 erhalten, so erfolgt eine Prüfung, ob der Abwärtzähltimer 2 bereits abgelaufen ist, d. h. den Wert 0 erreicht hat. Ist dies nicht der Fall, so wiederholt sich der Ablauf der genannten Schritte von der Prüfung der Änderung der Motorlagegeberdaten (Hallsensordaten) an bis schließlich entweder ein Stop-Signal empfangen wird oder, falls dies nicht der Fall ist, der Timer 2 den Wert 0 erreicht hat (Zeitpunkt T_2). Zu diesem Zeitpunkt werden die neuen Kommutierungssignale an die Motorphasen ausgegeben und der Timer 2 gestopt.

Fig. 7 zeigt in einem Signal/Spannung - Zeitdiagramm nochmals die Funktionsweise der mit zwei Timern arbeitenden Zeitprozessierungseinheit, wobei lediglich ein einzelner Durchlauf durch das in Fig. 6 dargestellte Flußdiagramm dargestellt ist. Die Motorkommutatorwerte bzw. Hallsensorwerte werden sind hierbei lediglich schematisch als Rechteckspannungen dargestellt. Zu einem Zeitpunkt $t = 0$, der dem Zeitpunkt des Eingangs eines Datensatzes $N - 1$ der kodierten übertragenen Daten in der Zentraleinheit 30 entspricht, wird der Aufwärtszähltimer 1 auf seinen Startwert $\text{Timer } 1 = 0$ gesetzt und gestartet. Zu dem Zeitpunkt $t = T_1$ empfängt der Dekodierer 44 den unmittelbar darauffolgenden Datensatz N der übertragenen kodierten Daten. Aufgrund der Prozeß- und Übertragungszeit Δt ist diesem Datensatz N jedoch eine "tatsächliche" Zeit $T_1 - \Delta t$ zuzuordnen. Zu dem Zeitpunkt $t = T_1$ hat der Timer 1 den Wert XT_1 erreicht. Um der Prozeß- und Zeitprozessierungszeit Δt Rechnung zu tragen, wird der Abwärtszähltimer 2 mit dem Restzeitwert $XT_1 - X\Delta t$ geladen und gestartet. Somit erreicht der Timer 2 den Ausgangswert 0 genau zur Zeit T_2 , zu der eine Ausgabe des erhöhten Motorkommutierungsregisters an die Motorphasen notwendig ist. Somit erfolgt trotz der nicht zu vernachlässigenden Prozeß- und Übertragungszeit Δt eine zeitliche hochpräzise Steuerung der Motorkommutierung, wie sie für eine drehwinkelgenaue Steuerung von Bearbeitungsgeräten notwendig ist.

Bezugszeichenliste

25	8	Handschauber
	10	Motorversorgung
	12	Motorlagegeber
	14	Startschalter
	16	Drehwinkelsensor
30	18	Drehmomentsensor
	20a	IO-Kontrolleuchte
	20b	NIO-Kontrolleuchte
	22	Anschlußkabel

- 30 Zentraleinheit
- 32 Bearbeitungsgerät
- 34 Übertragungsmittel
- 36 Motor
- 5 38 Kodierer (Sender) in dem Bearbeitungsgerät
- 40 Dekodierer (Empfänger) in dem Bearbeitungsgerät
- 42 Leistungsteil
- 44 Dekodierer (Empfänger) in der Zentraleinheit
- 46 Kodierer (Sender) in der Zentraleinheit
- 10 48 Schraubersteuereinheit
- 50 Übertragungstransformator
- 52 zweiter Übertragungstransformator

Ansprüche

1. Schrauberanordnung mit einem Schraubgerät (32), einer Zentraleinheit (30) und einem Übertragungsmittel (34), wobei das Schraubgerät (32) zumindest einen Kodierer (38) zur Erstellung von kodierten Daten aus einer Vielzahl von Daten in dem Schraubgerät (32) und die Zentraleinheit (30) zumindest einen Dekodierer (44) zur Wiederherstellung der Vielzahl von Daten aus den übertragenen kodierten Daten aufweist und das Übertragungsmittel (34) zur Übertragung der kodierten Daten von dem Schraubgerät (32) zu der Zentraleinheit (30) ausgelegt ist.
5
- 10 2. Schrauberanordnung nach Anspruch 1, wobei das Übertragungsmittel (34) zu einer seriellen Übertragung der kodierten Daten ausgelegt ist.
- 15 3. Schrauberanordnung nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Übertragungsmittel (34) zumindest ein flexibles Kabel umfaßt, welches das Schraubgerät (32) mit der Zentraleinheit (30) verbindet.
- 20 4. Schrauberanordnung nach Anspruch 3, wobei das Kabel ein zweiadriges Übertragungskabel ist, das zusätzlich zu einem Leistungsversorgungskabel zwischen dem Schraubgerät (32) und der Zentraleinheit (30) bereitgestellt ist.
- 25 5. Schrauberanordnung nach Anspruch 3, wobei das Kabel ein zumindest zweiadriges Leistungsversorgungskabel ist und das Schraubgerät (32) mit einem Übertragungstransformator (50, 52) zur Übertragung der kodierten Daten über das Leistungsversorgungskabel bereitgestellt ist.

6. Schrauberanordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Zentraleinheit (30) eine Versorgungs- und/oder Steuereinheit ist.
- 5 7. Schrauberanordnung nach einem oder mehreren der vorherigen Ansprüche, wobei in der Zentraleinheit (30) zumindest ein Kodierer (46) zum Kodieren einer Vielzahl von Zentraleinheitsdaten in kodierte Zentraleinheitsdaten und in dem Schraubgerät (32) zumindest ein Dekodierer (40) zum Dekodieren der übertragenen kodierten Zentraleinheitsdaten in die
10 Vielzahl der Zentraleinheitsdaten vorgesehen ist und das Übertragungsmittel (34) zur Übertragung der kodierten Zentraleinheitsdaten von der Zentraleinheit (30) zu dem Schraubgerät (32) ausgelegt ist.
- 15 8. Schrauberanordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei das Schraubgerät (32) einen Motor (36) aufweist, der von der Zentraleinheit (30) steuerbar ist.
9. Schrauberanordnung nach Anspruch 8, wobei der Motor (36) ein bürstenloser Gleichstrommotor ist.
- 20 10. Schrauberanordnung nach Anspruch 8 oder 9, wobei die Zentraleinheit (30) zumindest eine Zeitprozessierungseinheit umfaßt, die zur Bestimmung einer Eingangszeit (T_1) eines Eingangs eines Datensatzes (N) der übertragenen kodierten Daten in der Zentraleinheit (30) und/oder einer Wiederherstellungszeit (T_1') einer Wiederherstellung (Dekodierung) eines
25 Datensatzes (N') der Vielzahl der Daten in der Zentraleinheit (30) und zur Berechnung einer Motorsteuerungssignalausgabezeit (T_2) aus der Eingangszeit (T_1) oder der Wiederherstellungszeit (T_1') unter Berücksichtigung einer vorbestimmten Prozeß- und Übertragungszeit (Δt , $\Delta t'$) ausgelegt ist und die Zentraleinheit (30) zur Ausgabe von Motorsteuerungssignalen an
30 den Motor (36), die zu der Motorsteuerungssignalausgabezeit (T_2) wirksam werden, ausgelegt ist.
11. Schrauberanordnung nach Anspruch 10, wobei die Zeitprozessierungsein-

heit zumindest einen ersten und einen zweiten Timer umfaßt, wobei der erste Timer zur Bestimmung der Eingangszeit (T_1) und/oder der Wiederherstellungszeit (T_1') und der zweite Timer zur Bestimmung der Motorsteuerungsausgabezeit (T_2) ausgelegt ist.

5

12. Schrauberanordnung nach Anspruch 11, wobei der erste Timer als Aufwärtstimer ausgelegt ist, der jeweils von einem vorbestimmten Ausgangswert (Timer1 = 0) zu einer Eingangszeit eines vorherigen Datensatzes (N-a) der übertragenen kodierten Daten bis zu einem Zielwert (Timer1 = XT_1) zu der Eingangszeit (T_1) des Eingang des Datensatzes (N) aufwärts zählt,

10

die Zeitprozessierungseinheit zur Übergabe des um die Prozeß- und Übertragungszeit (Δt) korrigierten Zielwerts ($XT_1 - X\Delta t$) an den zweiten Timer ausgelegt ist,

15

der zweite Timer als Abwärtstimer ausgelegt ist und von dem korrigierten Zielwert (Timer2 = $XT_1 - X\Delta t$) zu dem vorbestimmten Ausgangswert (0) abwärts zählt und

die Zentraleinheit (30) zur Ausgabe der Motorsteuersignale an den Motor zu der Motorsteuerungssignalausgabezeit (T_2) ausgelegt ist, bei welcher der zweite Timer auf den vorbestimmten Ausgangswert (Timer2 = 0) gezählt hat.

20

13. Schrauberanordnung nach Anspruch 12, wobei der vorherige Datensatz (N-a) einer von drei unmittelbar vorhergehenden Datensätzen (N-3; N-2; N-1) ist.

25

14. Verwendung von zumindest einem Kodierer (38) in einem Schraubgerät (32) und zumindest einem Dekodierer (44) in einer Zentraleinheit (30), wobei der Kodierer (38) eine Vielzahl von Daten als kodierte Daten kodiert und der Dekodierer (44) die übertragenen kodierten Daten in die Vielzahl von Daten dekodiert und so eine Reduktion einer Übertragungskabelanzahl eines Übertragungsmittels unter eine Datenleitungsanzahl des Schraubgeräts (32), insbesondere unter 4, bevorzugt unter 3, ermöglicht.

30

15. Verwendung einer Schrauberanordnung nach einem der Ansprüche 10-13 für ein Schraubgerät (32), das auch in einem Drehzahlbereich größer 5000 Umdrehungen pro Minute, insbesondere größer 10000 Umdrehungen pro Minute arbeiten soll.
- 5
16. Verfahren zur Übertragung von Daten zwischen einem Schraubgerät (32) und einer Zentraleinheit (30) mit folgenden Schritten:
Kodieren einer Vielzahl von Daten in dem Schraubgerät (32) in kodierte Daten,
10 Übertragen der kodierten Daten zu der Zentraleinheit (30) und
Dekodieren der übertragenen kodierten Daten in die Vielzahl der Daten in der Zentraleinheit (30).
17. Verfahren nach Anspruch 16 mit folgenden zusätzlichen Schritten:
15 Kodieren einer Vielzahl von Zentraleinheitsdaten in der Zentraleinheit (30) in kodierte Zentraleinheitsdaten,
Übertragen der kodierten Zentraleinheitsdaten zu dem Schraubgerät (32) und
Dekodieren der übertragenen kodierten Zentraleinheitsdaten in die Vielzahl der Zentraleinheitsdaten in dem Schraubgerät (32).
20
18. Verfahren nach Anspruch 16, wobei die Zentraleinheit (30) eine Steuerungssignalausgabezeit (T_2) aus einer Eingangszeit (T_1) eines Datensatzes (N) der übertragenen kodierten Daten in der Zentraleinheit (30) und/oder einer Wiederherstellungszeit (T_1') einer Wiederherstellung (Dekodierung) eines Datensatzes (N') der Vielzahl der Daten in der Zentraleinheit (30) unter Berücksichtigung einer vorbestimmten Prozeß- und Übertragungszeit (Δt , $\Delta t'$) bestimmt und Steuerungssignale an das Schraubgerät (32) überträgt, die zu der Steuerungssignalausgabezeit (T_2) wirksam werden.
25
- 30
19. Verfahren nach Anspruch 18, wobei die Zentraleinheit (30) die Eingangszeit (T_1) des Datensatzes (N) der kodierten Daten aus einer Zeitdifferenz zwischen einem Eingang zumindest eines vorherigen Datensatzes (N-a)

und dem Eingang des Datensatzes (N) der kodierten Daten bestimmt.

20. Verfahren nach Anspruch 19, wobei der vorherige Datensatz ein unmittelbar vorheriger Datensatz (N-1) ist.

5

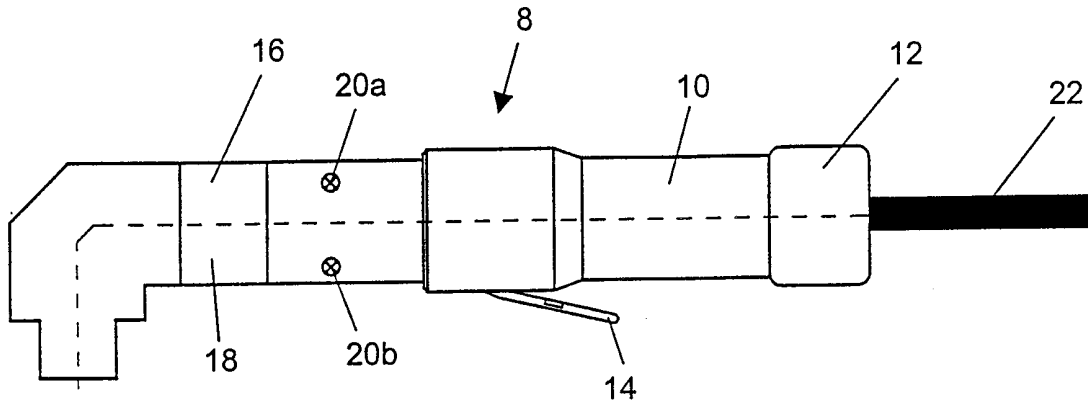
21. Verfahren nach Anspruch 20, wobei die Steuerungsausgabezeit (T_2) der Eingangszeit (T_1) des Datensatzes der übertragenen kodierten Daten (N) um eine Zeitspanne nachfolgt, welche die um die Prozeß- und Übertragungszeit (Δt) verringerte Eingangszeit (T_1) ist.

10

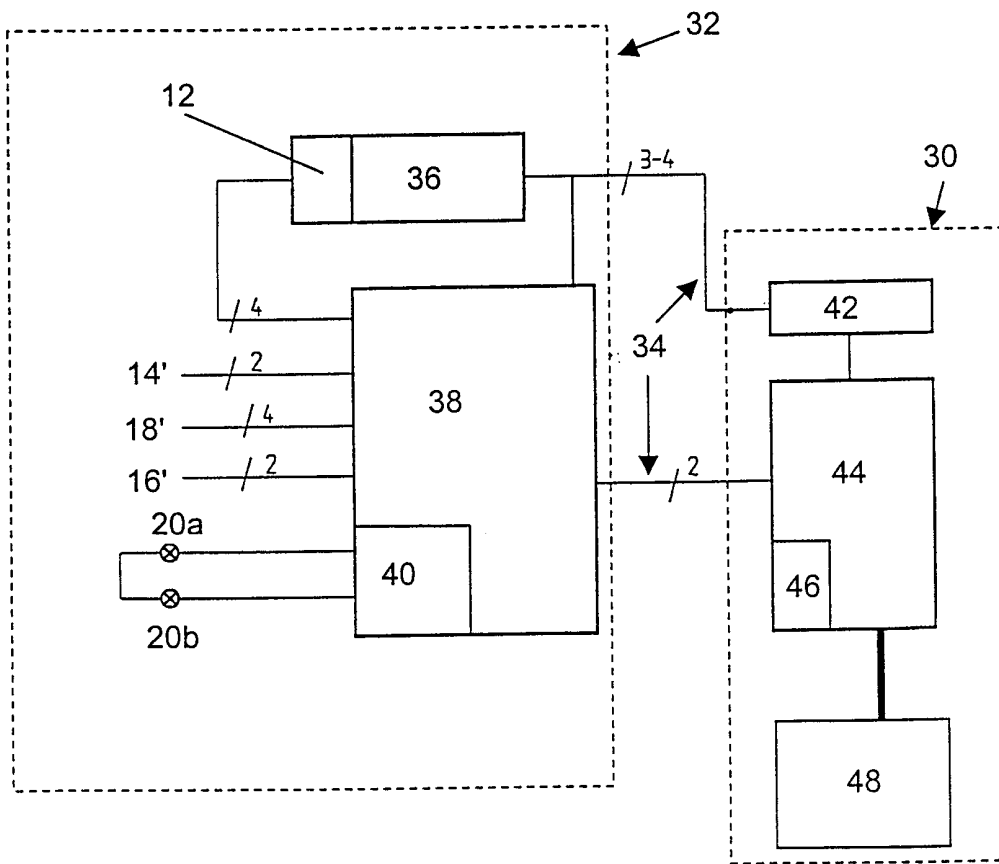
22. Verwendung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 18-21 in einer Steuerung von Hochpräzisionsschraubgeräten (32), bei denen eine hochpräzise Werkzeugwinkelsteuerung unabhängig von der Betriebsdrehzahl, insbesondere von mehr als 5000 Umdrehungen pro Minute und insbesondere mehr als 10000 Umdrehungen pro Minute notwendig ist.

15

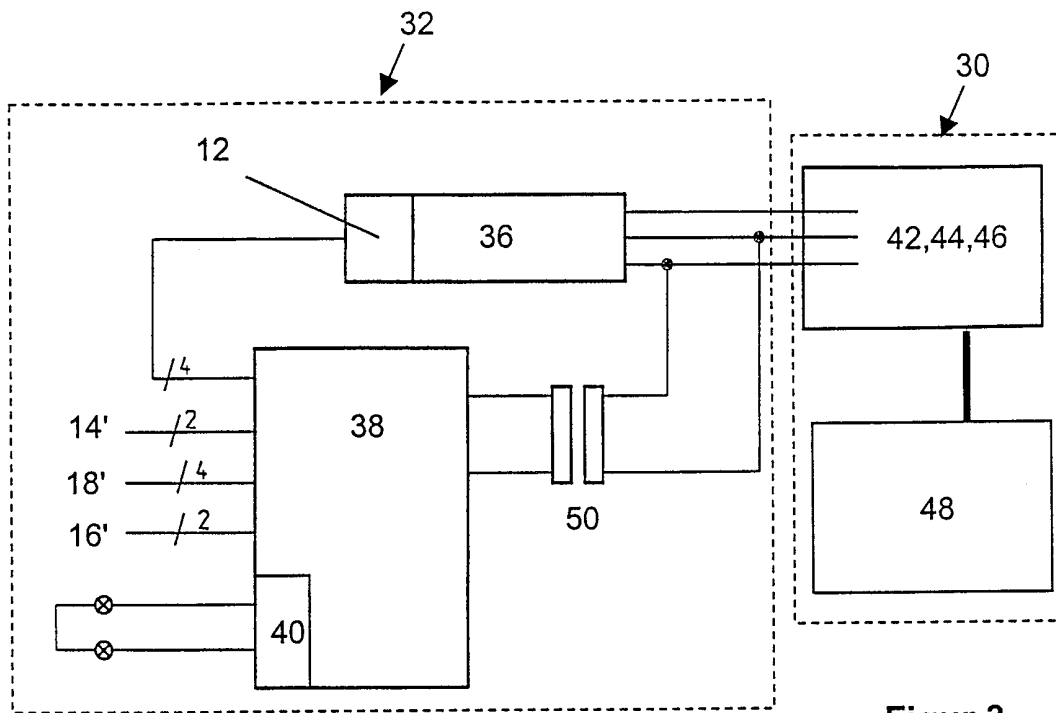
Stand der Technik:



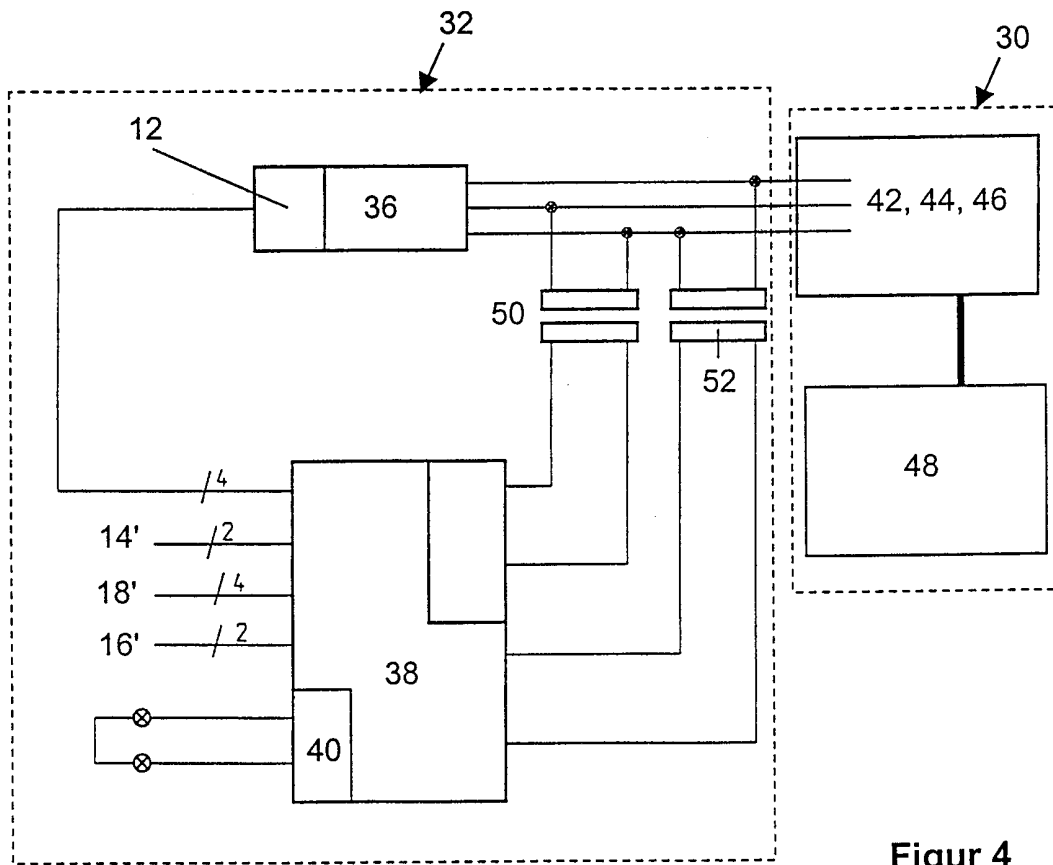
Figur 1



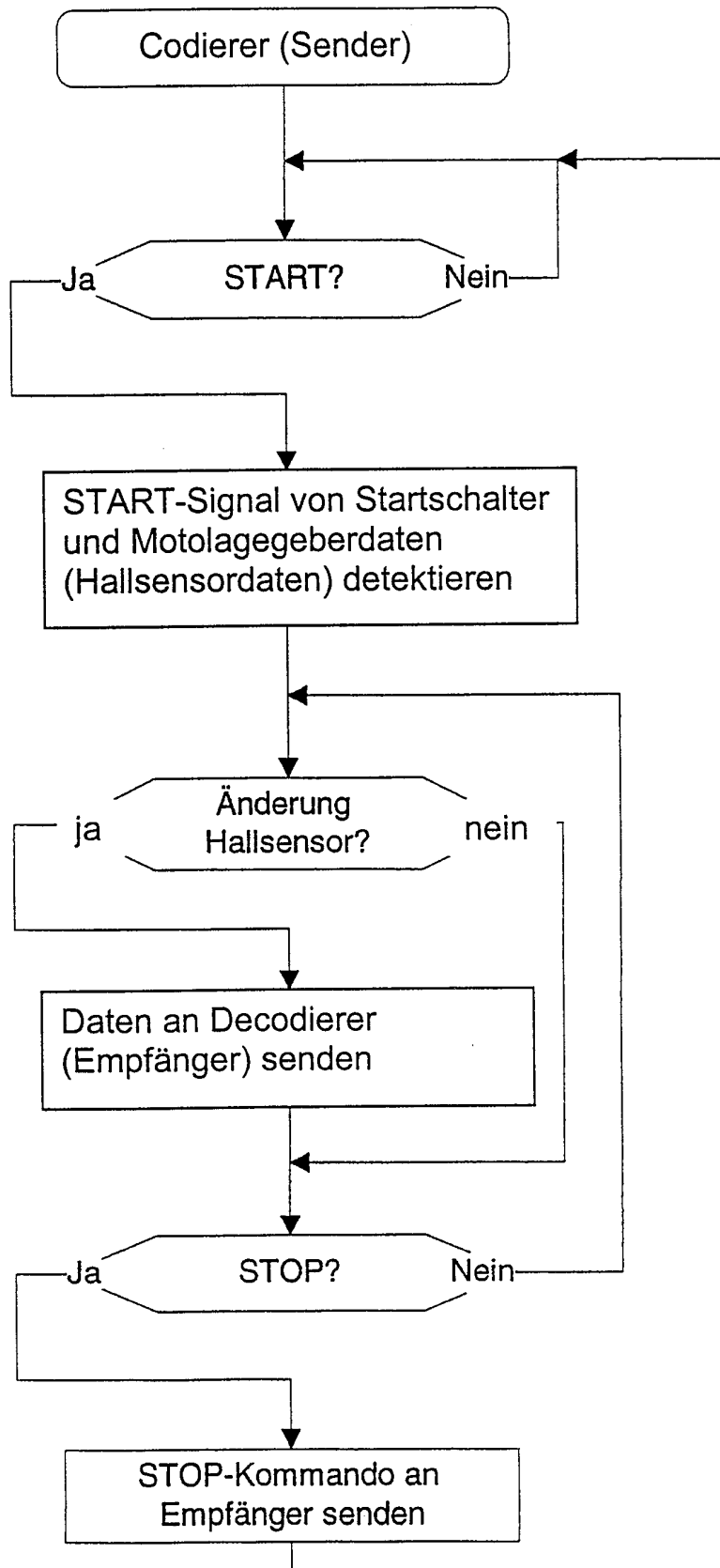
Figur 2



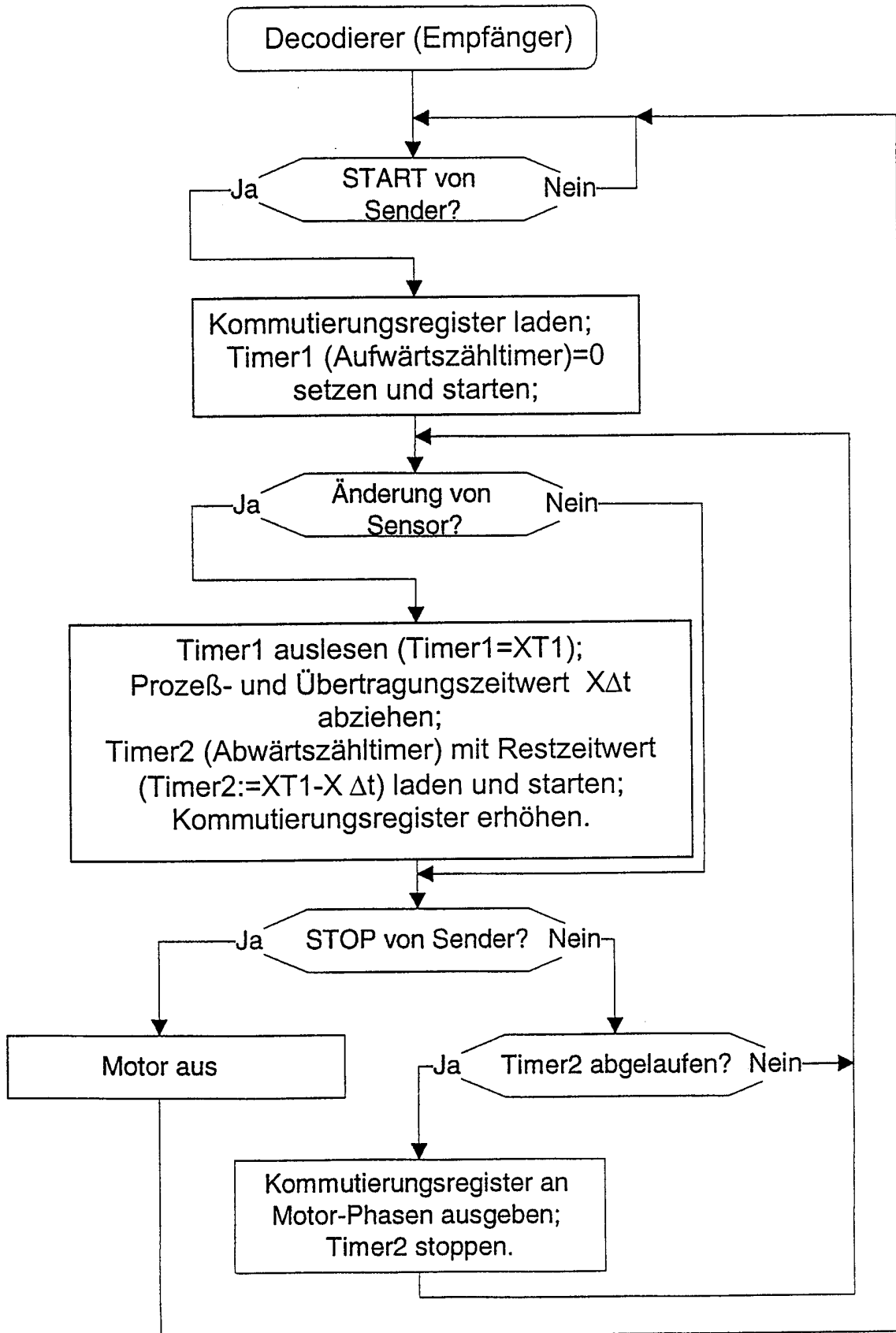
Figur 3



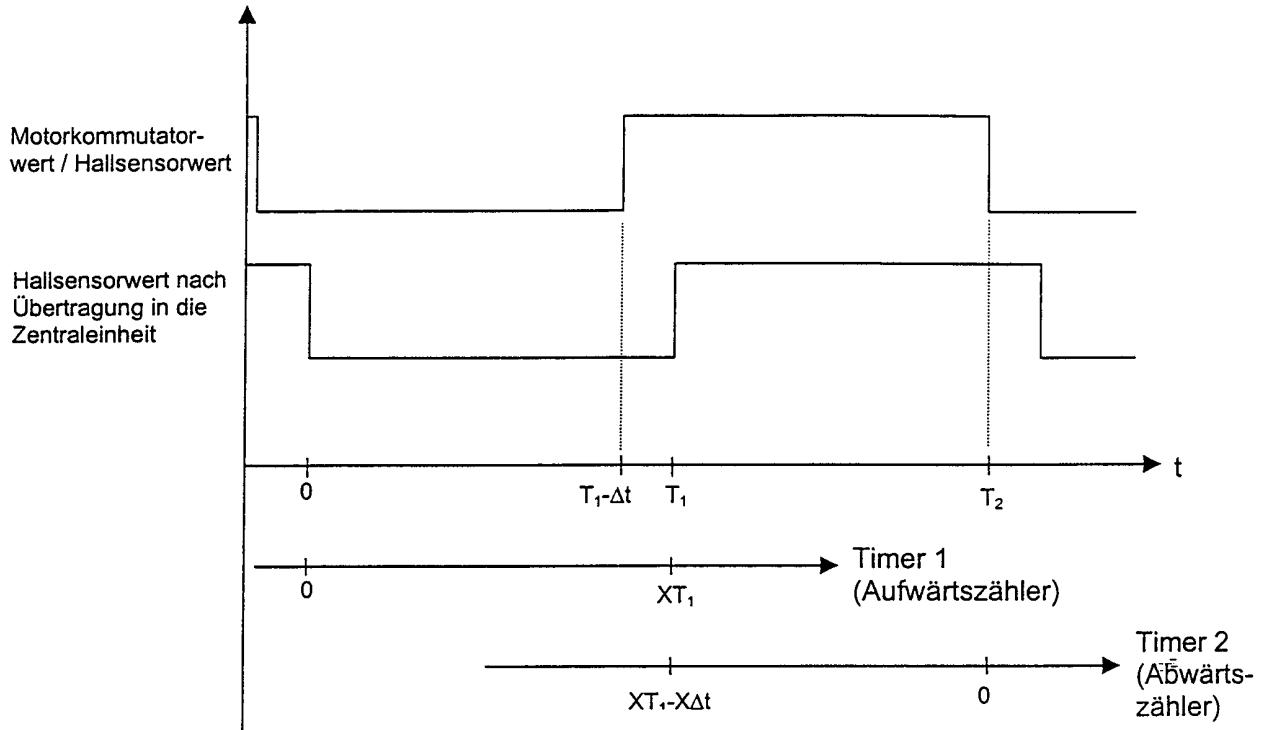
Figur 4



Figur 5



Figur 6



Figur 7