

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 305 754
A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 88112607.2

(51) Int. Cl. 4: **B25B 23/14**

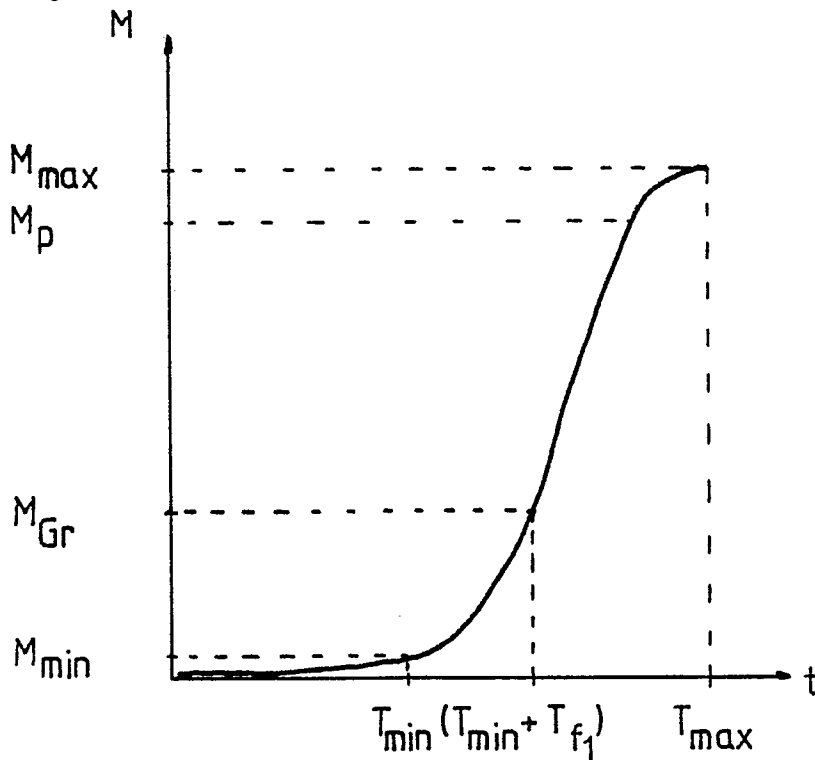
(22) Anmeldetag: 03.08.88

(30) Priorität: 02.09.87 DE 3729313

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.03.89 Patentblatt 89/10(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR IT SE(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
Postfach 10 60 50
D-7000 Stuttgart 10(DE)(72) Erfinder: **Layer, August, Dr.-Ing.**
Friedrichruherstrasse 53
D-7110 Öhringen(DE)
Erfinder: **Krebs, Rudolf**
Rehhaldenweg 27
D-7060 Schorndorf(DE)

(54) Verfahren zur Steuerung eines Schraubers.

(57) Es wird ein Verfahren zur Steuerung eines Schraubers zum automatischen Anziehen von Schrauben und/oder Muttern vorgeschlagen, das dadurch gekennzeichnet ist, daß eine Schraubfallanalyse durchgeführt wird, bei welcher während eines streckgrenzengesteuerten Schraubvorgangs der Verlauf des zum Anziehen einer Schraube oder einer Mutter notwendige Drehmoment ermittelt wird. Vom Anwender wird u.a. das gewünschte Anzugsmoment für die Schraube eingegeben und daraus automatisch das geeignete Schraubverfahren ermittelt und eingestellt.



Figur 1

EP 0 305 754 A1

Verfahren zur Steuerung eines Schraubers

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Steuerung eines Schraubers zum automatischen Anziehen von Schrauben und/oder Muttern sowie von einer Steuerung für einen Schrauber der genannten Art nach der Gattung des Anspruchs 8. Ein derartiges Verfahren sowie eine Steuerung dieser Art sind bekannt. Bei dem sog. Zweistufen-Schraubverfahren wird eine Schraube bzw. eine Mutter mit einer hohen Drehzahl eingedreht bzw. aufgeschraubt. Das eigentliche Anziehen erfolgt dann bei einer niedrigeren Drehzahl. Die Umschaltung von der hohen auf eine niedrigere Drehzahl erfolgt bei Erreichen des Anlegemoments, das bei Berührung des Schraubenkopfes bzw. der Mutter mit dem Untergrund erreicht wird. Der Schraubvorgang wird bei Erreichen des Abschaltkriteriums beendet, also wenn das gewünschte Anzugsmoment oder ein bestimmter Anziehwinkel erreicht ist. Der Anwender muß für jeden Schraubfall den Umschaltzeitpunkt einstellen, wobei das Umschaltmoment bei einem harten Schraubfall mit steilem Momentenanstieg klein und bei einem weichen Schraubfall mit flachem Momentenanstieg größer zu wählen ist. Fehler bei der Einstellung führen zu Abweichungen vom gewünschten Anzugsmoment und auch zum Abreißen der Schrauben.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren mit den im Hauptanspruch gekennzeichneten Merkmalen hat demgegenüber den Vorteil, daß das Umschaltmoment für die Umschaltung der hohen Drehzahl auf eine niedrigere Drehzahl bei dem Zweistufen-Schraubverfahren automatisch festgelegt wird. Fehler aufgrund der Eingabe falscher Daten durch den Anwender sind insoweit ausgeschlossen. Die zur Steuerung des Schraubers notwendigen Daten werden anhand einer Schraubfallanalyse gewonnen, d.h. es wird bei einer bestimmten, niedrigen Drehzahl, bei der ein Abreißen der Schraube vermieden wird, eine Schraube oder eine Mutter mittels eines streckgrenzengesteuerten Schraubverfahrens bis zum Erreichen der Fließ- bzw. Streckgrenze angezogen und das dazu notwendige Drehmoment ermittelt. Vorzugsweise werden dabei das bei Berührung der Schraube bzw. der Mutter mit dem Untergrund anliegende Drehmoment als ein erster Drehmomentswert, das bei Erreichen der Streckgrenze herrschende Drehmoment als ein zweiter Drehmomentswert sowie die zugehörigen Zeitpunkte ermittelt und gespeichert. Die erfindungsgemäße Steuerung hat den Vorteil, daß die Schraubfallanalyse unmittelbar auswertbar ist, indem die gewonnenen Größen in einem Speicher der Steuerung abgelegt werden können und für eine spätere Anzeige oder einen Vergleich mit einem gewünschten Anzugsmoment zur Verfügung stehen. Besonders bevorzugt ist eine Steuerung, die nach Eingabe der gewünschten Anzugswerte automatisch eine Anpassung an den vorliegenden Schraubfall vornimmt.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Verfahrens und der Steuerung gem. Anspruch 8 möglich. Besonders vorteilhaft ist, daß das Verfahren auch für die Vorgabe von gewünschten Drehwinkeln geeignet und damit sehr vielseitig einsetzbar ist.

Zeichnungen

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der Zeichnung und der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein Diagramm des Drehmomentenverlaufs über der Zeit während des für die Schraubfallanalyse durchgeführten Schraubvorgangs,

Figur 2 eine Tabelle für die Schraubfallanalyse nach Figur 1,

Figur 3 ein Diagramm eines Drehmoments über der Zeit für eine beispielhaft ausgeführte Schraubfallanalyse und

Figur 4 eine aus der Schraubfallanalyse gem. Figur 3 gewonnene Tabelle.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Figur 1 zeigt ein Diagramm des während eines Testlaufs für eine Schraubfallanalyse an einer Schraube oder Mutter anliegenden Drehmoments. Der Testlauf wird mit einer niedrigen Drehzahl durchgeführt, bei der ein Abreißen der Schraube mit Sicherheit vermieden wird.

Das zum Eindrehen der Schraube nötige Drehmoment steigt während des Eindrehens nur unwesentlich. Es wird bestimmt durch die Reibung der Gewindegänge.

Wenn der Schraubenkopf bzw. die Mutter zum Zeitpunkt $T_{\min}$ die Unterlage berührt, erreicht das Drehmoment das Anlegemoment mit dem Wert $M_{\min}$, der eindeutig über den Drehmomentwerten während der Eindrehphase liegt; der Eindrehvorgang geht nun in den Anziehvorgang über. Als Anlegemoment $M_{\min}$ kann ein konstanter, vorgegebener Wert oder ein aus dem Drehmomentenverlauf in Figur 1 errechneter Wert gewählt werden.

Wenn sich das Drehmoment auch bei weiterem Anziehen der Schraube nicht erhöht, ist die Fließ- oder Streckgrenze der Schraube erreicht. Es liegt dann das maximal erreichbare Drehmoment $M_{\max}$ an.

Der Verlauf des Drehmoments über der Zeit wird von geeigneten Sensoren erfaßt; deren Signale werden an einen Speicher der Steuerung des Schraubers abgegeben und dort gespeichert. Ebenso können über entsprechend ausgelegte Sensoren der Drehwinkel und/oder die Schraubtiefe über der Zeit erfaßt und gespeichert werden.

Die Schraube wird nach Abschalten des Schraubers noch weiter angezogen, weil dieser sich während der Abbremsphase aufgrund seiner Trägheit weiterdreht. Die Abbremszeit T_B des Schraubers ist systembedingt. Es wird unterstellt, daß T_B proportional zur Drehzahl ist. Es gilt daher

$$T_B = k \cdot f \quad (1),$$

wobei f die Drehzahl, hier gemessen in Hz, und k eine Konstante ist, deren Wert vorliegt oder anhand eines Leerlaufversuchs vor dem Testlauf ermittelt wird.

Bei einer gegebenen Drehzahl f^* ergibt sich die Abbremszeit aus der folgenden Gleichung:

$$T_{Bf^*} = k \cdot f^* \quad (2).$$

T_{Bf^*} ist also die Zeit, die verstreicht, bis der Schrauber nach Abschalten des Antriebs bei einer Drehzahl f^* zum Stillstand gekommen ist.

Bei einem Zweistufen-Schraubverfahren ist während der Eindrehphase eine hohe Drehzahl f_1 und während der Anziehphase eine niedrige Drehzahl f_2 gegeben.

Bis zur Abbremsung aus der hohen Drehzahl f_1 bis zum Stillstand verstreicht die Zeit

$$T_{Bf1} = k \cdot f_1 \quad (3).$$

Diese Zeit wird als Anhaltspunkt für das Schraubverfahren auf die im Diagramm verwendete Drehzahl transformiert:

$$T_{f1} = T_{Bf1} \cdot \frac{f_1}{f_2} \quad (4).$$

Aus dem Zeitpunkt $T_{\min}$, zu dem das Anlegemoment $M_{\min}$ erreicht wurde, und der Abbremszeitkonstanten T_{f1} gem. Gleichung (4) wird anhand des in Figur 1 widergegebenen Diagramms ein Drehmomentgrenzwert M_{Gr} ermittelt, der zur Zeit $t = T_{\min} + T_{f1}$ gegeben ist.

Zusätzlich wird aus dem maximalen Drehmoment $M_{\max}$ ein Wert M_p berechnet, für den mit

$$0 < p < 1 \quad (5)$$

die folgende Gleichung gilt:

$$M_p = p \cdot M_{\max} \quad (6).$$

Beispielsweise wird $p = 0,8$ gewählt. Auch diese Werte werden im Speicher der Steuerung abgelegt.

Durch den Wert von p läßt sich das Moment M_p berechnen, von dem an aus verschraubungstechnischen Gründen als Schraubverfahren das Streckgrenzenverfahren gewählt werden muß. Soll also eine Schraube mit einem Drehmoment M angezogen werden, dessen Wert größer als M_p ist, so muß als Schraubverfahren das Streckgrenzenverfahren gewählt werden. Liegt das gewünschte Anzugsmoment M einer Schraube unter dem Wert M_p , so kann statt dessen auch das Drehmoment- oder Drehwinkelverfahren verwendet werden. Bei dem Drehwinkelverfahren wird beispielsweise mit Erreichen des Anlegemoments $M_{\min}$ zum Zeitpunkt $T_{\min}$ mit der Winkelzählung begonnen.

Die bei der Schraubfallanalyse gewonnenen Werte sind in die Tabelle gem. Figur 2 eingesetzt.

Aus Figur 2 ergibt sich, daß das Schraubverfahren durch den Wert M_p bestimmt wird: Liegt das gewünschte Anzugsmoment M der Schraube im Bereich $M_p \leq M \leq M_{\max}$, so kommt als Schraubverfahren das Streckgrenzenverfahren in Frage; für alle Werte $M_{\min} \leq M \leq M_p$ ist das Drehmoment- oder Drehwinkelverfahren zu wählen.

Die Umschaltung von der höheren Drehzahl f_1 auf die niedrigere Drehzahl f_2 wird durch den aus dem Diagramm gemäß Figur 1 bestimmten Drehmomentgrenzwert M_{Gr} bestimmt: Gilt für das gewünschte Anzugsmoment M einer Schraube die Beziehung $M \geq M_{Gr}$, so wird der Drehzahlschaltzeitpunkt durch das während des Schraubvorgangs an der Schraube anliegende Drehmoment bestimmt. Soll eine Schraube mit einem Moment M angezogen werden, das kleiner als das Grenzdrehmoment M_{Gr} ist, so muß der Schraubvorgang durch die Schraubtiefe L gesteuert werden, da aufgrund der Trägheit des Schraubers bzw. der Abbremszeit T_{f1} gem. Gleichung (4) nach Erreichen des eindeutig über dem Eindrehmoment liegenden Drehmoments $M_{\min}$ auch bei Umschaltung des Schraubers zur Zeit $T_{\min}$ auf die niedrigere Drehzahl f_2 ein über dem gewünschten Anzugsmoment liegendes Drehmoment, nämlich M_{Gr} erreicht wird.

Aus der Tabelle ergibt sich auch, daß die Art des Schraubverfahrens auch durch den analog Gleichung (6) aus dem maximalen Drehwinkel $\omega_{\max}$ berechenbaren Wert ω_p bestimmt werden kann.

Die in Figur 2 gezeigte Tabelle wurde ohne Berücksichtigung von Toleranzen aufgestellt. In der Praxis sollte daher die berechnete Abbremszeit T_{f1} durch einen etwas größeren Wert ersetzt werden.

Der Anwender kann nach der Schraubfallanalyse für das Zweistufen-Schraubverfahren folgende Parameter in das Steuergerät des Schraubers eingeben bzw. ändern:

hohe Drehzahl f_1
niedrige Drehzahl f_2

maximales Drehmoment $M_{\max}$
minimales Drehmoment $M_{\min}$
Beginn der Winkelzählung bei $M_1 = M_{\min}$
(in Hz oder in U/min)

Als vorgegebene Drehmoment- oder Drehwinkelwerte werden alternative eingegeben:

Drehmoment M_{soll}
Drehwinkel ω_{soll}

Aus diesen Werten ergibt sich im Zusammenhang mit der Tabelle gem. Figur 2 das verwendete Schraubverfahren.

Der Drehzahlumschaltzeitpunkt wird durch folgende Werte bestimmt

Drehmoment M_0
Tiefe L_0

Die Werte von M_0 und L_0 werden für den Schrauber so berechnet, daß der Schraubvorgang zeitoptimal ausgeführt wird. D.h. die Drehzahl wird möglichst spät von der hohen Drehzahl f_1 auf die niedrigere Drehzahl f_2 reduziert. Bei der Berechnung des Drehzahlumschaltzeitpunkts wird die Abbremszeitkonstante des Schraubers so berücksichtigt, daß nach Abbremsung aus der höheren Drehzahl unmittelbar das gewünschte Anzugsmoment der Schraube M_{soll} erreicht ist.

Zusätzlich können zur Überwachung des Schraubvorgangs folgende sog. Überwachungswerte eingegeben werden:

Drehmoment
 $M_{OG} *$
 $M_{UG} *$
Drehwinkel
 $\omega_{OG} *$

ω_{UG}^*
 Tiefe
 L_{OG}^*
 L_{UG}^*

5 Die mit * bezeichneten Werte kann der Anwender ändern. Die übrigen Werte werden aus der Schraubfallanalyse gewonnen.

Für den Drehzahlumschaltzeitpunkt können zwei Fälle festgelegt werden:

$$T_{soll} - T_{f1} \geq T_{min} \quad (7)$$

10

ergibt sich folgender Drehmomentwert für eine Umschaltung durch Drehmoment

$$M_o = M (T_{soll} - T_{f1}) \quad (8)$$

15 und für

$$T_{soll} - T_{f1} < T_{min} \quad (9)$$

ergibt sich folgender Schraubtiefenwert für eine Umschaltung durch Schraubtiefe:

20

$$L_o = L(T_{soll} - T_{f1}) \quad (10).$$

Wenn die höhere Drehzahl f_1 verändert wird, so wird automatisch die Abbremszeit T_{f1} gem. Gleichung (4) entsprechend geändert und das Ergebnis der Schraubfallanalyse aktualisiert.

25 Die Winkelzählung braucht nicht unbedingt bei dem Anlegemoment M_{min} zu beginnen, es kann stattdessen auch ein höherer Wert $M_1 \geq M_{min}$ als Beginn der Drehwinkelzählung gewählt werden, wobei die übrigen Winkelwerte entsprechend angepaßt werden.

Der Schrauber ist im vorliegenden Fall mit einer Anzeige versehen, die die bei der Schraubfallanalyse ermittelten Werte und evtl. auch die vom Anwender angegebenen Werte anzeigt.

30 Stellt sich anhand der bei der Schraubfallanalyse ermittelten bzw. berechneten Werte heraus, daß für ein gewünschtes Anzugsmoment der Schraube bzw. Mutter die Drehzahlumschaltung durch die Schraubtiefe bestimmt wird, so muß der Schrauber zur Ausführung der gewünschten Verschraubung mit einem Schraubtiefen-Sensor ausgerüstet sein. Ist das nicht der Fall, so wird auf der Anzeige der Steuerung angegeben, daß die gewünschte Verschraubung so nicht ausführbar ist.

35 Zusätzlich wird berechnet, ob sich der gewünschte Schraubfall dadurch verwirklichen läßt, daß die höhere Drehzahl f_1 verringert wird und die Drehzahlumschaltung statt mit Hilfe der Schraubtiefe mittels des Drehmoments erfolgt.

Dazu wird eine reduzierte Drehzahl f_1' wie folgt berechnet:

$$40 \quad T_{f1}' = T_{soll} - T_{min} \quad (11)$$

Aus Gleichung (4) ergibt sich die Beziehung

$$45 \quad T_{f1}' = T_{Bf1} \cdot \frac{f_1'}{f_2} \quad (12)$$

50 und aus Gleichung (1) die Abbremszeit

$$T_{f1}' = k \cdot f_1' \quad (13)$$

Daraus ergibt sich schließlich die folgende Gleichung für f_1' :

55

$$f_1' = \sqrt{\frac{f}{k}^2 \cdot (T_{\text{soll}} - T_{\text{min}})}. \quad (14)$$

Ergibt sich aus dieser Berechnung ein für eine Verschraubung sinnvoller Drehzahlwert, so wird diese berechnete Drehzahl auf dem Anzeigefeld angegeben.

Figur 3 zeigt ein Diagramm eines bei einer Schraubfallanalyse gewonnenen Drehmomentenverlaufs über der Zeit. Neben den aus Figur 1 bekannten Werten des Anlegemoments M_{min} , des Drehmomentgrenzwertes M_{Gr} , des maximalen Drehmoments M_{max} und dem aus Gleichung (6) berechneten Wertes M_p ist auch der Umschaltzeitpunkt T_o eingezeichnet, ebenso das Sollmoment M_{soll} .

Im folgenden werden einige Zahlenbeispiele gegeben:

$M_{\text{max}} = 60 \text{ Nm}$
 $M_{\text{min}} = 2 \text{ Nm}$
 $T_{\text{max}} = 1200 \text{ ms}$
 $T_{\text{min}} = 900 \text{ ms}$
 $f_1 = 200 \text{ Hz}$
 $f_2 = 50 \text{ Hz}$

$$T_{\text{Bf1}} = 50 \text{ ms}; k = 2,5 \times 10^4 \text{ s}^2$$

$$T_{\text{f1}} = T_{\text{Bf1}} \cdot \frac{f_1}{f_2} = 50 \text{ ms} \cdot \frac{200 \text{ Hz}}{50 \text{ Hz}} = 200 \text{ ms}$$

$$M_{\text{Gr}} = M(T_{\text{min}} + T_{\text{f1}}) = 40 \text{ Nm}$$

$$M_p = p \cdot M_{\text{max}} = 0,8 \cdot 60 \text{ Nm} = 48 \text{ Nm}.$$

Aus der in Figur 4 angegebenen Tabelle lassen sich das sich für jeden Schraubfall ergebende Schraubverfahren und der Drehzahlumschaltzeitpunkt ablesen.

Für Drehmomentwerte im Bereich $48 \leq M \leq 60 \text{ Nm}$ bzw. für Drehwinkel von $40 \leq \omega \leq 50^\circ$ ergibt sich das Streckgrenzenschraubverfahren. Der Drehzahlumschaltzeitpunkt wird durch das Drehmoment bestimmt.

Soll die Schraube mit einem Drehmoment M im Bereich $40 \leq M \leq 48 \text{ Nm}$ bzw. mit einem Drehwinkel ω von $33 \leq \omega \leq 40^\circ$ angezogen werden, so findet das Drehmoment- bzw. Drehwinkelschraubverfahren Anwendung. Der Drehzahlumschaltzeitpunkt wird wiederum durch das Drehmoment bestimmt.

Bei einem gewünschten Anzugsmoment M der Schraube im Bereich $2 \leq M \leq 40 \text{ Nm}$ bzw. einem Drehwinkel ω von $0 \leq \omega \leq 33^\circ$ findet ebenfalls das Drehmoment- bzw. Drehwinkelschraubverfahren Anwendung. Hier wird allerdings der Drehzahlumschaltzeitpunkt durch die Schraubtiefe L bestimmt.

Die bei der Schraubfallanalyse ermittelten Daten werden einem Speicher des Schraubers zugeführt und dort gespeichert. Diese Daten werden mittels der mit dem Speicher verbundenen Anzeigeeinrichtung, beispielsweise auf einem Flüssigkristall-Anzeigefeld dargestellt.

Nach der Schraubfallanalyse werden vom Anwender folgende Werte eingegeben:

hohe Drehzahl $f_1 = 200 \text{ Hz}$

niedrigere Drehzahl $f_2 = 50 \text{ Hz}$

maximales Drehmoment $M_{\text{max}} = 60 \text{ Nm}$

minimales Drehmoment $M_{\text{min}} = 2 \text{ Nm}$

Beginn der Winkelzählung bei $M_1 = 2 \text{ Nm}$.

Die Schraube soll mit folgendem Drehmoment M_{soll} angezogen werden:

$M_{\text{soll}} = 30 \text{ Nm}$.

Aus der Tabelle oder aus der Anzeige des Steuergeräts ergibt sich, daß automatisch ein drehmoment-gesteuertes Schraubverfahren eingeleitet wird, bei dem der Drehzahlumschaltzeitpunkt durch die Schraubtiefe bestimmt wird.

Folgende Überwachungswerte werden zusätzlich eingegeben

Drehmoment

$M_{\text{OG}} = 31,5 \text{ Nm} (\pm 5 \% \text{ Toleranz})$

$M_{\text{UG}} = 28,5 \text{ Nm}$

Drehwinkel

$\omega_{OG} = 28^\circ$ ($\pm 10\%$ Toleranz)

$\omega_{UG} = 22^\circ$.

Es zeigt sich also, daß das Schraubverfahren nur durchführbar ist, wenn der Schrauber mit einem Sensor zur Erfassung der Schraubtiefe ausgerüstet ist. Ist das nicht der Fall, müßte die Drehzahl auf $f'_1 = 167$ Hz verringert werden. Für diesen Fall ergibt sich eine Abbremszeit des Schraubers, die so kurz ist, daß auch bei drehmomentgesteuertem Schraubvorgang das gewünschte Drehmoment M_{soll} nicht überschritten wird.

Zur Auswertung der bei der Analyse gewonnenen und der vom Anwender eingegebenen Daten können in der Steuerung des Schraubers Vergleichsstufen vorgesehen sein, die die gespeicherten mit den vorgegebenen Drehmoment- bzw. Drehwinkelwerten vergleichen und daraus eine automatische Umschaltung der Steuerung des Schraubers bewirken. Es können auch auf der Anzeige Schaltbefehle an den Anwender gegeben werden, der dann die Steuerung des Schraubers durch die Eingabe der angezeigten Daten umstellt.

15

Ansprüche

1. Verfahren zur Steuerung eines Schraubers zum automatischen Anziehen von Schrauben und/oder Muttern, gekennzeichnet durch eine Schraubfallanalyse, bei welcher während eines streckgrenzengesteuerten Schraubvorgangs der Verlauf des zum Anziehen einer Schraube oder einer Mutter notwendige Drehmoment ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein erster Drehmomentenwert (M_{min}) bei Anliegen der Schraube oder der Mutter auf der Unterlage sowie ein zweiter Drehmomentenwert (M_{max}) bei Erreichen der Streckgrenze der Schraube ermittelt und gespeichert werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Zeitpunkt (T_{min}) bei Erreichen des ersten Drehmomentenwerts (M_{min}) und der Zeitpunkt (T_{max}) bei Erreichen des zweiten Drehmomentenwerts (M_{max}) ermittelt und gespeichert werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß mittels einer bekannten oder aus einem Probelauf ermittelten Abbremszeitkonstanten (T_{ft}) ein Drehmomentgrenzwert (M_{Gr}) bestimmt und gespeichert wird, welcher zur Zeit ($T_{min} + T_{ft}$) gegeben ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem zweiten Drehmomentenwert (M_{max}) ein dritter Drehmomentenwert (M_p) berechnet und gespeichert wird, der kleiner als der zweite Drehmomentenwert (M_{max}) ist.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein erster bei Erreichen der Fließgrenze gegebener Drehwinkelwert (ω_{max}) gespeichert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweiter Drehwinkelwert (ω_p), der kleiner ist als der erste Drehwinkelwert (ω_{max}), berechnet und gespeichert wird.

8. Steuerung eines Schraubers zum automatischen Anziehen von Schrauben und/oder Muttern, gekennzeichnet durch einen Speicher, in dem die bei der Schraubfallanalyse gem. einem der Ansprüche 1 bis 7 ermittelten Werte speicherbar sind.

9. Steuerung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das zum Anziehen der Schraube oder Mutter gewünschte Drehmoment eingebbar ist und dann automatisch das für dieses Drehmoment geeignete Schraubverfahren eingestellt wird.

10. Steuerung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der zum Anziehen der Schraube gewünschte Drehwinkelwert eingebbar ist und dann automatisch das für diesen Drehwinkel geeignete Schraubverfahren eingestellt wird.

11. Steuerung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, gekennzeichnet durch eine Anzeigevorrichtung zur Anzeige der bei der Schraubfallanalyse erhaltenen und/oder der eingegebenen Werte.

50

55

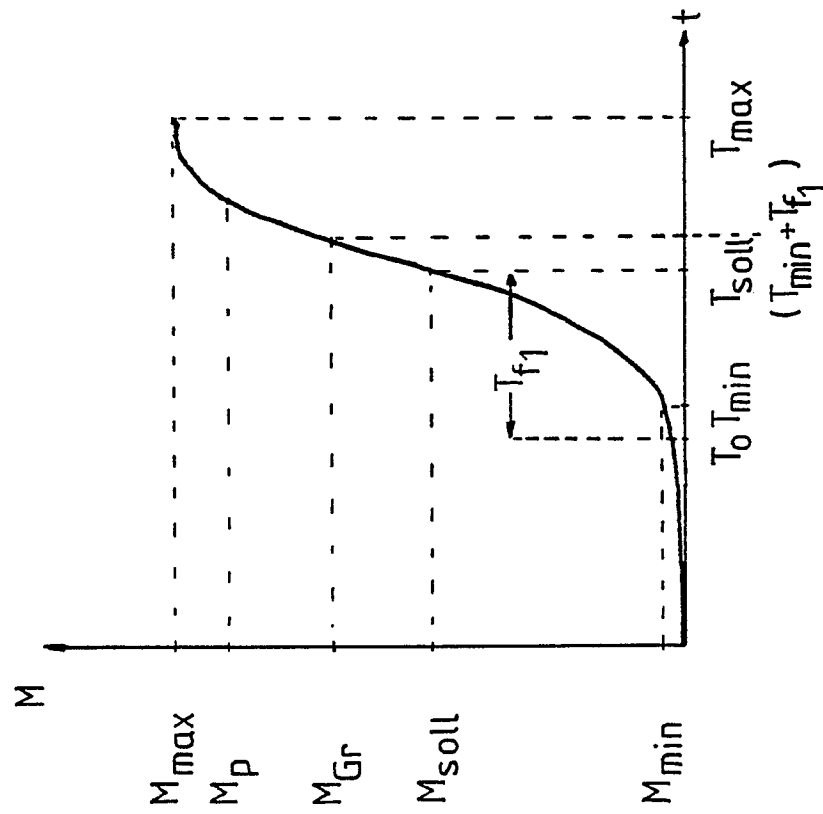


Figure 3

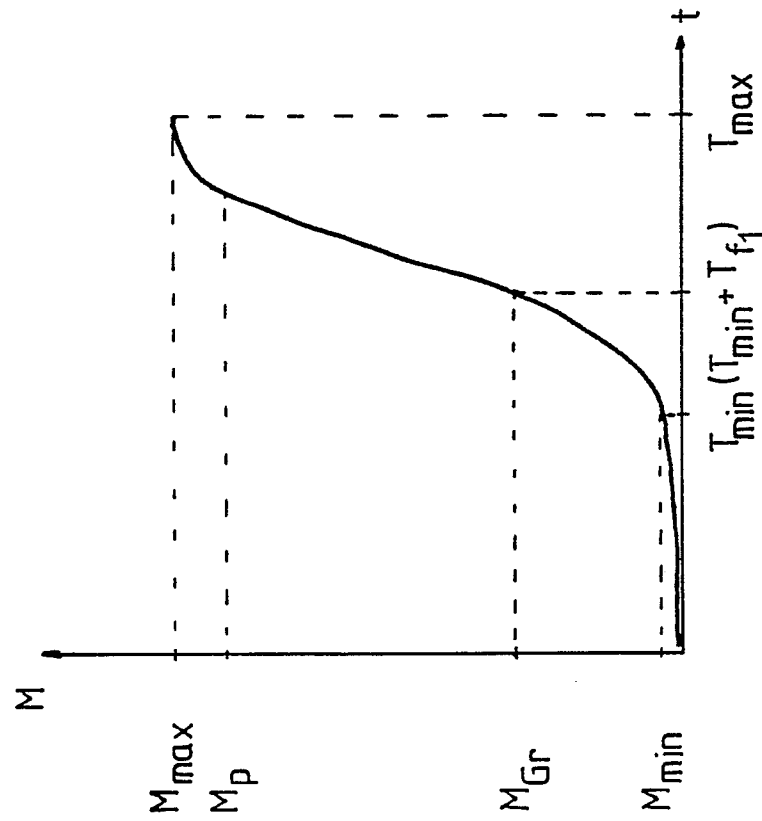


Figure 1

Drehmoment M	Drehwinkel	Schraubver- fahren	Bedingung	Drehzahlumschalt- punkt bestimmt durch
$M_p \leq M \leq M_{\max}$	$\omega_p \leq \omega \leq \omega_{\max}$	Streckgrenze	$M \geq M_{Gr}$ $M < M_{Gr}$	Drehmoment Tiefe
$M_{\min} \leq M \leq M_p$	$0 \leq \omega \leq \omega_p$	Drehmoment / Drehwinkel	$M \geq M_{Gr}$ $M < M_{Gr}$	Drehmoment Tiefe

Figur 2

Drehmoment $M =$	Drehwinkel $\omega =$	Schraubver- fahren	Drehzahlumschalt- punkt bestimmt durch
$48 \leq M \leq 60 \text{ Nm}$	$40 \leq \omega \leq 50^\circ$	Streckgrenze	Drehmoment
$40 \leq M \leq 48 \text{ Nm}$	$33 \leq \omega \leq 40^\circ$	Drehmoment/ Drehwinkel	Drehmoment
$2 \leq M \leq 40 \text{ Nm}$	$0 \leq \omega \leq 33^\circ$	Drehmoment/ Drehwinkel	Tiefe

Figur 4



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			EP 88112607.2
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
X	DE - A1 - 3 422 522 (DEUTSCHE GARDNER DENVER GMBH) * Seite 9, 2. Absatz; Seite 10, 1. Absatz; Fig. 2 * --	1,2,6,8	B 25 B 23/14
A	DE - A1 - 3 324 333 (DEUTSCHE GARDNER DENVER GMBH) * Ansprüche 14,15 * --	8,9	
A	DE - A1 - 3 608 922 (VEB FORSCHUNG, ENTWICKLUNG UND RATIONALISIERUNG) * Spalte 4, Zeilen 15-47 * --	3	
A	US - A - 4 173 059 (HASHIMOTO, MORI) * Fig. 5,6,8 * --	3,5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
A	DE - A1 - 3 143 350 (DEUTSCHE GARDNER DENVER GMBH) * Ansprüche 1,2 * ----	4	B 25 B 21/00 B 25 B 23/00
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 10-11-1988	Prüfer BENCZE
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			