

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. Mai 2007 (18.05.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/054051 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: **Nicht klassifiziert**
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2006/001817
- (22) Internationales Anmeldedatum:
25. Oktober 2006 (25.10.2006)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2005 053 866.5
11. November 2005 (11.11.2005) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **LUK LAMELLEN UND KUPPLUNGSBAU BETEILIGUNGS KG** [DE/DE]; Industriestrasse 3, 77815 Bühl (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BAEHR, Markus** [DE/DE]; Am Stadtgarten 34, 77855 Achern (DE). **GERHART, Jürgen** [DE/DE]; Burgunderstrasse 29, 77767 Appenweiler (DE). **SCHUHEN, Michael** [DE/DE]; Lindenstrasse 13, 77815 Bühl-Oberweiler (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **LUK LAMELLEN UND KUPPLUNGSBAU BETEILIGUNGS KG**; Industriestrasse 3, 77815 Bühl (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.



WO 2007/054051 A2

(54) Title: METHOD FOR THE DETERMINATION OF A VOLTAGE LIMIT OF A CLUTCH ACTUATING MOTOR

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM ERMITTELN EINER MOTORSPANNUNGSGRENZE EINES KUPPLUNGSSTELLMOTORS

(57) Abstract: Disclosed is a method for determining a motor voltage limit at which a clutch actuator of an automatic transmission remains immobile. Said method comprises the following steps: (a) the withstand voltage is increased or decreased by an increment ΔU based on an actual withstand voltage; and (b) any movement of the clutch actuator during the modified withstand voltage is detected.

(57) Zusammenfassung: Ein Verfahren zum Ermitteln einer Motorspannungsgrenze, bei der ein Kupplungsaktor eines automatisierten Schaltgetriebes bewegungslos bleibt, enthält die Schritte: (a) Erhöhen oder Erniedrigen der Haltespannung um ein Inkrement ΔU ausgehend von einer aktuellen Haltespannung; und (b) Erfassen, ob sich der Kupplungsaktor bei der veränderten Haltespannung bewegt.

Verfahren zum Ermitteln einer Motorspannungsgrenze eines Kupplungsstellmotors

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln einer Motorspannungsgrenze eines Kupplungsstellmotors, bei der ein Kupplungsaktor eines automatisierten Schaltgetriebes bewegungslos bleibt. Außerdem betrifft die Erfindung eine Vorrichtung, mit der das Verfahren ausgeführt werden kann.

In automatisierten Schaltgetrieben, beispielsweise Parallelschaltgetrieben, werden Kupplungen verwendet, die im Notfall selbständig aufgehen müssen. Außer für Notfallsituationen dient die Selbstöffnung der Kupplungen auch dazu, dass eine Positionsreferenzierung der Kupplungsaktorik einfach möglich ist.

Diese Anforderung bringt es mit sich, dass getestet werden muss, ob die Teilkupplungssysteme bzw. Kupplungssysteme selbstöffnend sind und funktionsfähig sind.

Dazu ist es bekannt, direkt zu testen, beispielsweise durch Inkrementalwegsensoren, in welcher Position die Kupplungen sind.

Aus der DE 100 27 330 A1 ist es bekannt, eine Positionierung eines beweglich angeordneten Elements in einer Schalteinrichtung oder eines mit diesem gekoppelten Elements anhand sonstiger Kennwerte, wie beispielsweise anhand elektrischer Ströme oder dergleichen zu ermitteln. Um die Position bei einem solchen System genau bestimmen zu können, ist es erforderlich, die Grenzen, bis zu denen der Bewegungsaktor bei einer Aktorlast bewegungslos bleibt, genau zu bestimmen. Sind diese Grenzen nicht genau bekannt, so könnte dies zu Fehlern in der Positionsberechnung führen.

Davon ausgehend ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren vorzusehen, mit dem die Haltespannungsgrenzen für einen Kupplungsaktor genau bestimmt werden können.

Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Eine Vorrichtung, mit der das Verfahren ausgeführt werden kann, ist durch die Merkmale des Anspruchs 10 angegeben. Bevorzugte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

- 2 -

Das Verfahren zur Ermittlung von Haltespannungsgrenzen ist grundsätzlich für sowohl selbsthaltende als auch nicht selbsthaltende Aktoriken geeignet.

Der Grundgedanke der Erfindung liegt darin, in Fahrsituationen, in denen es für den Fahrkomfort nicht nachteilig ist, einen Kupplungsaktor zu bewegen, die Haltespannung durch Erhöhen oder Erniedrigen der Haltespannung ausgehend von einem aktuellen Haltespannungswert, bei welchem der Kupplungsaktor bewegungslos ist, zu verändern, und zu überprüfen ob bei der veränderten Haltespannung eine Bewegung des Kupplungsaktors erfasst werden kann. Die Fahrsituation, in welcher eine solche kleine, zusätzliche, nicht mit einem aktuellen Schaltvorgang ***** Aktorbewegung erlaubt werden kann, ist vorzugsweise eine Situation, in der eine Bewegung vom Aktor ohnehin verlangt wird. Nach einer bevorzugten Ausführungsform wird das Verfahren dann in einer solchen Situation durchgeführt, wenn gleichzeitig die Getriebesteuerung vorgibt, dass die Aktorbewegung, die verlangt wird, um eine kurze Zeitdauer verzögert werden darf, nämlich diejenige Zeitdauer, die für die Durchführung des Verfahrens zum Ermitteln der Motorhaltespannungsgrenzen erforderlich ist.

Die Ausgangsposition des Aktors ist dabei eine, bei der sich der Aktor bevorzugter Weise bereits seit einer vorgegebenen Mindestzeit innerhalb seines vorherigen Ziels mit konstanter Sollposition, d.h. bewegungslos, befindet. Durch Vorgeben einer Mindestzeit vor dem Durchführen des Haltespannungsgrenzttests, während der der Aktor bewegungslos ist, wird sichergestellt, dass sich der Aktor zum Zeitpunkt des Testbeginns nicht bewegt. Es wird dann statt der von Aktor angeforderten Bewegung zunächst das Verfahren zum Ermitteln einer Motorhaltespannungsgrenze ausgeführt und im unmittelbaren Anschluss an das Verfahren wird der normale Lageregler aktiviert, um die geforderte Aktorbewegung durchzuführen.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform wird bei dem Verfahren zum Ermitteln von Haltespannungsgrenzen, wenn eine Bewegung des Kupplungsaktors bei der veränderten aktuellen Spannung erfasst wird, die augenblicklich aktuelle Spannung oder ein dieser zugeordneter Wert als neuer Haltespannungsgrenzwert adaptiert, d.h. von der Steuerung gemerkt.

Vorzugsweise werden die Schritte des Erhöhens oder Erniedrigens der Haltespannung um ein vorgegebenes Inkrement ΔU und das Erfassen, ob sich der Kupplungsaktor bei der veränderten Haltespannung bewegt, wiederholt, bis eine Bewegung des Kupplungsaktors erfasst werden kann und somit auf das Erreichen eines Haltespannungsgrenzwerts geschlossen werden kann.

- 3 -

Eine Bewegung des Kupplungsaktors wird vorzugsweise nur dann als Bewegung erfasst, wenn sich der Kupplungsaktor mehr als eine vorgegebene Mindeststrecke Δx_{\min} bewegt. Dadurch kann ausgeschlossen werden, dass bei kleinen Bewegungen, welche beispielsweise durch Vibrationen oder ähnliches hervorgerufen werden, fehlerhafter Weise auf ein Verlassen des Haltespannungsbereichs, d.h. eines Bereichs, in dem sich der Aktor nicht bewegt, geschlossen wird.

Bevorzugter Weise wird, nachdem die Haltespannung um ein Inkrement ΔU erhöht wurde, jeweils eine vorgegebene Zeit Δt gewartet, ehe man abschließend bestimmt, dass keine Bewegung des Aktors vorliegt. Da gegebenenfalls eine bestimmte Zeit aufgrund der Trägheit der Komponenten verstreicht, ehe sich der Aktor bewegt, kann durch das Einhalten der Wartezeit Δt ausgeschlossen werden, dass die Spannung einen Grenzwert erreicht hat, bei dem sich der Kupplungsaktor zu bewegen beginnt, ohne dass dies erfasst würde.

Die aktuelle Haltespannung, von der ausgegangen wird, und die jeweils um ein Inkrement ΔU erhöht bzw. erniedrigt wird, kann dabei eine beliebige Haltespannung bei stillstehendem Aktor sein. Ausgehend von dieser augenblicklichen Spannung wird zum Austasten eines oberen Haltespannungsgrenzwerts die Haltespannung schrittweise um Inkremente ΔU rampenartig erhöht, bis eine Bewegung des Kupplungsaktors erfasst werden kann. Zum Austasten eines unteren Haltespannungsgrenzwerts wird ausgehend von der augenblicklichen Haltespannung, welche als aktuelle Haltespannung verwendet wird, die Haltespannung schrittweise um Inkremente ΔU erniedrigt, bis sich der Aktor bewegt (negative Rampe). Bei dieser Art von Test, bis schließlich eine Grenzspannung erkannt werden kann, ist die Testdauer zu Beginn unbestimmt.

Nach einer anderen bevorzugten Ausführungsform wird als aktuelle Haltespannung U_{act} eine bisher bekannte obere Haltespannungsgrenze U_{up} oder eine bekannte untere Haltespannungsgrenze U_{dn} festgelegt. Diese Haltespannungsgrenzen können aus vorherigen Verfahren oder aus Voreinstellungen bekannt sein und entsprechen einem Näherungswert für die Haltespannungsgrenze. Bei einer Überprüfung der Haltespannungsgrenzen bzw. zu einer Feinjustierung kann dann das Verfahren ausgeführt werden, wobei die bekannten oberen Haltespannungsgrenzen bzw. unteren Haltespannungsgrenzen als aktuelle Haltespannung U_{act} gesetzt werden und davon ausgehend für die Feinjustierung der oberen Haltespannungsgrenze U_{up} die aktuelle Haltespannung U_{act} um ein Inkrement ΔU erhöht bzw. für das Feinjustieren der unteren Haltespannungsgrenze die aktuelle Haltespannung U_{act} um das Inkrement ΔU ernied-

- 4 -

rigt wird. Zur Auswertung wird vorzugsweise bei diesem Verfahren die aktuelle Haltespannungsgrenze in jedem Fall verändert, nämlich wenn eine Bewegung erfasst wird und die obere Haltespannungsgrenze zu bestimmen war, wird die obere Haltespannung um einen Wert U_{inc} erniedrigt, während sie in dem Fall, in dem keine Bewegung erfasst wird, um einen Wert U_{inc} erhöht wird. Umgekehrt wird, wenn keine Bewegung erfasst wird, die untere Haltespannungsgrenze um einen Wert U_{inc} erniedrigt, wenn keine Bewegung erfasst wird, während sie um einen Wert U_{inc} erhöht wird, wenn eine Bewegung erfasst wird. Wenn eine Bewegung erfasst wird wird somit der Bereich zwischen U_{dn} und U_{up} , in dem keine Aktorbewegung vorliegt, d.h. der Haltespannungsbereich, verkleinert, während er, wenn keine Bewegung erfasst wird, vergrößert wird. Somit ist bei dieser Art der Ausführung des Verfahrens die vorgegebene Testdauer im voraus bestimmbar, nämlich maximal der Wartezeit Δt zuzüglich der Initialisierung und Auswertung. Allerdings muss das Verfahren gegebenenfalls wiederholt werden, um zu absoluten Haltespannungsgrenzen zu gelangen.

Bei solchen bekannten Haltespannungsgrenzen, von denen ausgegangen wird, kann vorzugsweise das Spannungskrement, um das die Grenzwerte erhöht bzw. erniedrigt werden, im voraus abgeschätzt werden, vorzugsweise zu:

$$\Delta U = \frac{\Delta \rho}{\left(\frac{\Delta t}{k_e}\right) + \left(\frac{JR}{k_e^2 k_t}\right) \left(e^{-\Delta t \frac{k_e k_t}{JR}} - 1\right)},$$

wobei Δt die zur Verfügung stehende Zeit ist, $\Delta \rho$ Positionskrementabstände sind, wobei vorzugsweise zwei Positionskrementwechsel beobachtet werden, $k_t = k_e$ eine Motorkonstante ist, R der elektrische Gesamtwiderstand aus dem Motorwiderstand, dem Widerstand der Zugleitungen und dem Widerstand der Ansteuerelektronik ist, und J das Massenträgheitsmoment von Motor und Aktorgetriebe ist. Die Testzeit Δt ist als ganzes Vielfaches der Lagereglerabtastrzeit, beispielsweise 2,5 ms, festgelegt.

Zur Adaptierung des Haltespannungsgrenzwertes ist es möglich, die bekannten Spannungsgrenzwerte U_{up} , U_{dn} , ebenfalls mit diesem Inkrement $\Delta U = U_{inc}$ zu verändern. Alternativ kann auch ein anderer fester Wert U_{inc} für die adaptierte Haltespannungsgrenze nach dem Test eingesetzt werden. In jedem Fall wird es bevorzugt, unabhängig vom Ausgang des Tests die Kennfelder zu verändern, d.h. sowohl dann wenn eine Bewegung erfasst wird als auch dann, wenn keine Bewegung erfasst wird. Der Wert U_{inc} , um den die Haltespannungsgrenze nach

- 5 -

dem Durchführen des Tests verändert wird, kann neben dem für den Test verwendeten Inkrement ΔU jeder andere beliebige Wert, insbesondere größer oder kleiner als das Inkrement ΔU , sein. Außerdem ist auch möglich, beim Erhöhen und beim Erniedrigen jeweils verschiedene Werte zu verwenden oder auch die Werte als prozentuale Werte beispielsweise von einem momentanen Absolutwert der bisherigen Haltespannungsgrenze anzugeben.

Nachfolgend wird die Erfindung beispielhaft anhand der beigefügten Figuren beschrieben, wobei

Fig. 1 ein Flussdiagramm für eine erste Ausführungsform der Erfindung zeigt; und

Fig. 2 ein Flussdiagramm für eine zweite Ausführungsform der Erfindung zeigt.

Bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform des Verfahrens zum Ermitteln einer Motorspannungsgrenze sind ein oberer Grenzwert oder ein unterer Grenzwert für die Haltespannung nicht bekannt bzw. werden ignoriert.

Wenn eine Kupplungssteuerung bzw. Getriebesteuerung erkennt, dass ein Fahrzustand gegeben ist, in dem ein zeitlich unbestimmter Haltespannungsgrenzttest ausgeführt werden kann, wird zunächst das Verfahren initialisiert. Dazu erfasst in Schritt S10 die Steuerung die aktuelle Ist-Position X_{act} und merkt sie sich als X_{start} . Ebenso wird die augenblickliche Spannung, bei der sich der Kupplungsaktor nicht bewegt, nämlich U_{act} als Ausgangsspannung U_{test} festgesetzt. Schließlich wird ein Wartezeitgeber, der einen zeitlichen Ablauf überwacht, auf Null gesetzt: $cnt = 0$. Dieser Zähler ist beispielsweise mittels des Lagereglerinterrupts implementiert, so dass die Wartezeit durch Zählen Lageregleraufrufe bestimmt wird.

Nach der Initialisierung in Schritt S10 legt das Verfahren in Schritt S11 fest, ob eine obere Haltespannungsgrenze U_{up} oder eine untere Haltespannungsgrenze U_{dn} ermittelt werden soll. Dies bedeutet, dass die Richtung des Haltespannungsgrenzttests bestimmt wird. Vorzugsweise entspricht die Richtung, in der das Verfahren durchgeführt wird, derjenigen Richtung, in der eine angeforderte Bewegung des Kupplungsaktors unmittelbar im Anschluss an das Ausführen des Verfahrens erfolgt. Wenn eine obere Haltespannungsgrenze U_{up} ermittelt werden soll, setzt das Verfahren in Schritt S12a ein Inkrement ΔU auf eine positive Schrittweite $+U_{step}$ fest. Andernfalls setzt das Verfahren in Schritt S12b das Inkrement ΔU auf eine negative Schritt-

- 6 -

weite $-U_{\text{step}}$ fest. Grundsätzlich können die Schrittweiten, anders als in der dargestellten Ausführungsform, auch unterschiedlich gewählt werden.

Nach der Initialisierung geht das Verfahren zum eigentlichen Haltespannungsgrenzttest über, in dem eine Spannungsrampe angewendet wird und erfasst wird, wann sich der Kupplungsaktor zu bewegen beginnt.

Dazu wird zunächst, beispielsweise mittels Inkrementalwegsensoren, erfasst ob sich bei der augenblicklichen Spannung U_{act} der Kupplungsaktor zu bewegen beginnt, indem die aktuelle Position X_{act} mit der gemerkten Startposition X_{start} verglichen wird. Wenn bei diesem Vergleich in Schritt S13 erkannt wird, dass die Veränderung größer als ein vorgegebener Grenzwert Δx_{min} ist, erkennt das Verfahren, dass eine Haltespannungsgrenze erreicht ist und adaptiert den Grenzwert in Schritt S20. Mit der Adaption des Grenzwerts in Schritt S20 endet in diesem Fall das Verfahren.

Wenn in Schritt S13 keine Bewegung erkannt wird bzw. eine zu kleine Bewegung vorliegt, die unterhalb des Grenzwerts Δx_{min} liegt, wird der Zähler cnt in Schritt S14 erhöht. In Schritt S15 wird bestimmt, ob eine Wartezeit Δt bereits überschritten ist oder nicht. Wenn in Schritt S15 festgestellt wird, dass die Wartezeit noch nicht überschritten ist, die vorzugsweise in Abhängigkeit von der Trägheit des Systems und entsprechend dessen Beschleunigungsvermögen festgelegt ist, kehrt das Verfahren auf Schritt S13 zurück und überprüft abermals, ob eine Bewegung vorliegt. Diese Schleife wird so lange wiederholt, bis in Schritt S15 erkannt wird, dass eine maximale Wartezeit überschritten ist, d.h. Schritte S13, S14 und S15 werden innerhalb der vorgegebenen Wartezeit Δt kontinuierlich wiederholt.

Bewegt sich der Aktor auch nach Ablauf der vollständigen Wartezeit in Schritt S15 nicht, so wird in Schritt S16 die aktuelle Haltespannungsgrenze erneut um das Inkrement ΔU erhöht bzw. erniedrigt. In Schritt S17 wird zunächst geprüft, ob die aktuelle Haltespannung unterhalb einer maximalen Haltespannung liegt. Wenn ein vorgegebener Maximalwert erreicht wird, endet das Verfahren ohne weiteres und die bisher erreichte aktuelle Spannung wird als Haltespannung in Schritt S20 adaptiert. Wenn der Grenzwert U_{max} , der beispielsweise ein Grenzwert ist, der durch mechanische Anforderungen (Überlastzustände) vorgegeben sein kann, noch nicht erreicht ist, kehrt das Verfahren zu Schritt S13 zurück und beginnt, Schritte S13 bis S17 zu wiederholen.

- 7 -

Vorzugsweise ist die Rate der Spannungsrampe, d.h. ΔU , verhältnismäßig gering gewählt, so dass ein fein justierter Haltespannungsgrenzwert am Ende des Grenzspannungstests adaptiert werden kann. Je feiner bzw. kleiner ΔU gewählt wird, desto länger dauert jedoch gegebenenfalls das Testverfahren, da bis zum Erreichen des Haltespannungsgrenzwerts mehr Zwischenpositionen durchlaufen werden.

Eine alternative Ausführungsform des Verfahrens, bei der von bekannten bzw. angenommenen Grenzen für die Haltespannung U_{up} , U_{dn} ausgegangen wird und bei dem überprüft wird, ob diese Grenzen zu weit oder zu eng gefasst sind, ist im Flussdiagramm von Fig. 2 dargestellt.

Zunächst wird, wenn die Steuerung feststellt, dass ein Durchführen des Haltespannungstests für den Fahrkomfort nicht nachteilig ist, da eine kleine Verzögerung der vorgesehenen Aktorbewegung unerheblich ist, wiederum eine Initialisierung durchgeführt. Anders als bei dem in Verbindung mit Fig. 1 beschriebenen Verfahren wird bei der Initialisierung in Schritt S110 nicht die aktuelle Haltespannung bei Stillstand des Aktors gemerkt sondern es wird das Lastkennfeld ausgewertet, insbesondere im Hinblick auf die bisherigen, beispielsweise angenommenen, Haltespannungsgrenzen U_{up} , U_{down} . Außerdem wird wiederum die Ist-Position gemerkt ($X_{start} = X_{act}$) und ein Wartezeitgeber initialisiert ($cnt = 0$).

In Schritt S111 wird anschließend festgestellt, ob eine obere oder eine untere Haltespannungsgrenze justiert werden soll. Soll eine obere Haltespannungsgrenze justiert werden, so wird eine aktuelle Haltespannung U_{act} auf die bisherige, angenommene obere Haltespannungsgrenze U_{up} zuzüglich eines Inkrements ΔU in Schritt S112a festgelegt. Soll eine untere Haltespannungsgrenze justiert werden, so wird eine aktuelle Spannung U_{act} als $U_{dn} - \Delta U$, d.h. der bisherigen unteren Haltespannungsgrenze abzüglich eines Inkrements ΔU in Schritt S112b festgelegt.

Das Inkrement ΔU bzw. die Zusatzspannung ΔU kann im Voraus abgeschätzt werden anhand der Motorkonstante, des elektrischen Widerstands und des Massenträgheitsmoments von Motor und Aktorgetriebe. Diese Zusatzspannung entspricht einer Zusatzspannung, die erforderlich ist, um den Aktor in einer vorgegebenen, zur Verfügung stehenden Zeit Δt , ausgehend vom Stillstand, über ein bis zwei Positionsincrementabstände $\Delta \phi$ zu bewegen. Alternativ ist es auch möglich, ΔU anhand von Erfahrungswerten festzulegen. ΔU kann außerdem für das Jus-

tieren der oberen Haltespannungsgrenze und der unteren Haltespannungsgrenze gleich oder verschieden festgelegt werden.

Nach der Initialisierung wird festgestellt, ob eine Bewegung des Aktors, bei der momentanen Spannung U_{act} erfolgt. Dazu wird die aktuelle Position X_{act} des Aktors mit der Startposition verglichen und die Differenz aus beiden Positionen in Schritt S113 mit einem Mindestbewegungsweg ΔX_{min} verglichen. Wenn eine Aktorbewegung erkannt wird, wird darauf geschlossen, dass die angenommenen Haltespannungsgrenzen zu weit gefasst sind, so dass in Schritt S121 bei einem Test bezüglich der oberen Haltespannungsgrenze U_{up} diese um ein Inkrement U_{inc} ausgehend vom bisherigen Wert verringert wird bzw. beim Test einer unteren Haltespannungsgrenze U_{dn} der bisherige Wert um ein Inkrement U_{inc} erhöht wird, so dass der Haltespannungsbereich insgesamt enger gefasst wird. Nach der Veränderung des Kennfelds in Schritt S121 endet in diesem Fall der Haltespannungstest.

Wird in Schritt S113 noch keine Bewegung festgestellt, so wird in Schritten S114, S115 entsprechend den Schritten S14 bzw. S15 aus Fig. 1 überprüft, ob eine Wartezeit Δt bereits abgelaufen ist. Gegebenenfalls werden Schritte S113 bis S115 wiederholt, bis die Wartezeit in Schritt S115 als abgelaufen erkannt wird.

Wenn trotz abgelaufener Wartezeit keine Aktorbewegung in Schritt S113 erfasst wird, wird eine entsprechende Auswertung in Schritt S122, zusammen mit einer Adaption der Kennfelder, durchgeführt. Insbesondere wenn die obere Haltespannungsgrenze U_{up} ausgetestet wurde und keine Bewegung des Aktors während der Haltezeit erfasst wurde, so wird darauf geschlossen, dass die Haltespannungsgrenzen bisher zu eng gefasst waren und eine obere Haltespannungsgrenze U_{up} wird um ein Inkrement U_{inc} erhöht, bzw. eine untere Haltespannungsgrenze U_{dn} wird um ein Inkrement U_{inc} erniedrigt, wenn die untere Haltespannungsgrenze ausgetestet wurde. Nach der Adaption der Kennfelder in Schritt S122 endet das Verfahren.

Die Inkremente U_{inc} in Schritten S121, S122 können dabei dem Inkrement, um das die aktuelle, angenommene Haltespannungsgrenze in Schritten S112a und S112b erhöht bzw. erniedrigt wird, entsprechen oder aber sie können unabhängig von diesem Inkrement größer oder kleiner gefasst sein. Je kleiner das Inkrement U_{inc} gewählt ist, desto feiner können die Haltespannungsgrenzen justiert werden. Andererseits nimmt die Gesamtdauer, bis man durch mehrmalige Wiederholung des Verfahrens zu einem überprüften, absoluten Haltespannungsgrenzwert kommt, zu.

- 9 -

Der wesentliche Aspekt der Erfindung liegt somit darin, die Haltespannungsgrenzen durch Austesten der Haltespannung zu ermitteln.

- 10 -

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln einer Motorgrenzspannung, bei der ein Kupplungsaktor eines automatisierten Schaltgetriebes bewegungslos bleibt, enthaltend die Schritte:
 - (a) Erhöhen oder Erniedrigen der Haltespannung um ein Inkrement ΔU ausgehend von einer aktuellen Haltespannung (U_{akt}); und
 - (b) Erfassen, ob sich der Kupplungsaktor bei der veränderten Haltespannung bewegt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei einer Bewegung des Kupplungsaktors die aktuelle Haltespannung als Haltespannungsgrenzwert adaptiert wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Schritte (a) und (b) wiederholt werden, bis sich der Kupplungsaktor bewegt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Bewegung des Kupplungsaktor nur dann als Bewegung in Schritt (b) erfasst wird, wenn sich der Kupplungsaktor mehr als eine vorgegebene Mindeststrecke Δx_{min} bewegt.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Erhöhen oder Erniedrigen der Haltespannung eine vorgegebene Zeit Δt gewartet wird, ehe in Schritt (b) abschließend bestimmt wird, ob sich der Kupplungsaktor bewegt.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die aktuelle Haltespannung U_{akt} eine aktuelle Haltespannung bei stillstehendem Kupplungsaktor ist.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass im Voraus festgelegt wird, ob eine obere oder eine untere Haltespannungsgrenze zu ermitteln ist; wenn eine obere Haltespannungsgrenze ermittelt werden soll, die aktuelle Haltespannung U_{akt} um das Inkrement ΔU in Schritt (a) erhöht wird; wenn eine untere Haltespannungsgrenze zu ermitteln ist, die aktuelle Haltespannung U_{akt} um das Inkrement ΔU in Schritt (a) erniedrigt wird; und Schritte (a) und (b) ausgeführt werden, bis sich der Aktor bewegt.

- 11 -

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass in Schritt (a) die aktuelle Haltespannung U_{akt} als eine bekannte obere Haltespannungsgrenze U_{up} oder als eine bekannte untere Haltespannungsgrenze U_{dn} festgelegt wird; die aktuelle Haltespannung U_{akt} um das Inkrement ΔU in Schritt (a) erhöht wird, wenn eine obere Haltespannungsgrenze U_{up} zu bestimmen ist und die aktuelle Haltespannung U_{akt} um das Inkrement ΔU in Schritt (a) erniedrigt wird, wenn eine untere Haltespannungsgrenze U_{dn} zu bestimmen ist.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die obere Haltespannungsgrenze U_{up} um einen Wert U_{inc} erhöht wird oder die untere Haltespannungsgrenze U_{dn} um einen Wert U_{inc} erniedrigt wird, wenn in Schritt (b) keine Bewegung erfasst wird, und die obere Haltespannungsgrenze U_{up} um einen Wert U_{inc} erniedrigt wird oder die untere Haltespannungsgrenze U_{dn} um einen Wert U_{inc} erhöht wird, wenn in Schritt (b) eine Bewegung erfasst wird.
10. Vorrichtung zum Ermitteln einer Motorgrenzspannung, bei der ein Kupplungsaktor eines automatisierten Schaltgetriebes bewegungslos bleibt, mit einer Regelung, die dazu angepasst ist, das Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche auszuführen.

1/2

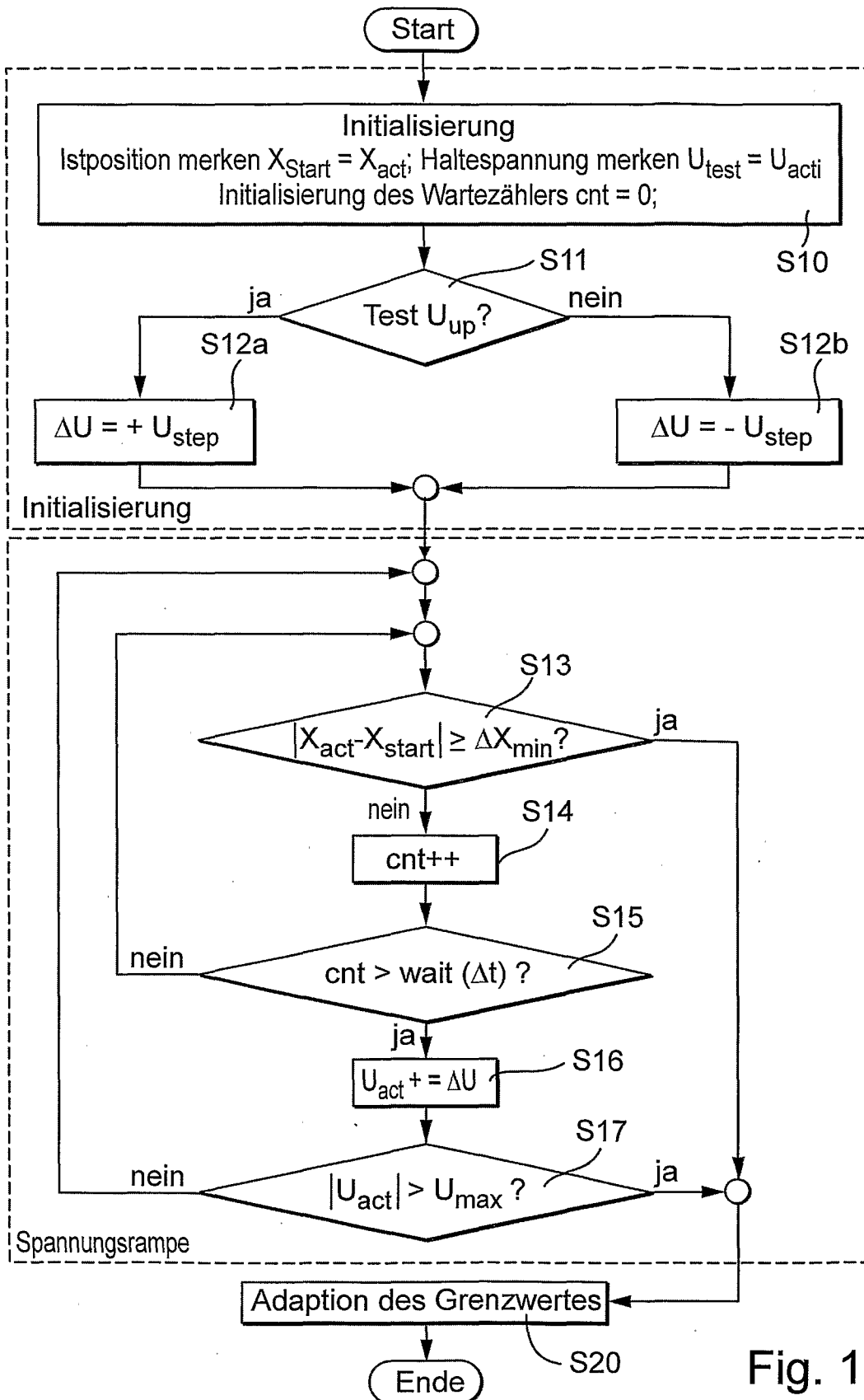


Fig. 1

2/2

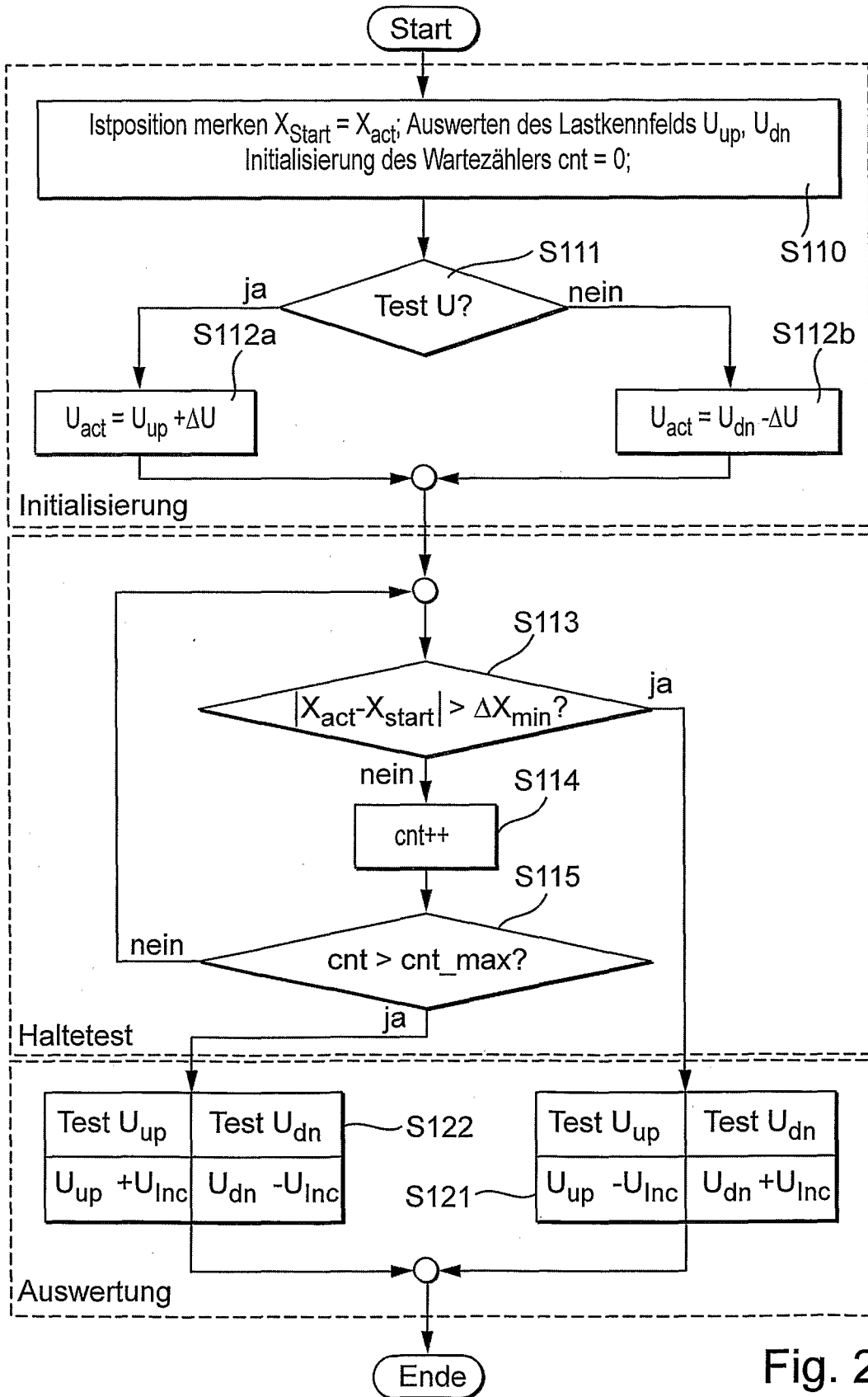


Fig. 2