

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 852 288 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
08.07.1998 Patentblatt 1998/28

(51) Int. Cl.⁶: **F02D 11/10**(21) Anmeldenummer: **97122229.4**(22) Anmeldetag: **17.12.1997**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Irlé, Henning**
59557 Lippstadt (DE)
• **Krüger, Dietmar**
59558 Lippstadt (DE)
• **Overmann, Peter**
59557 Lippstadt (DE)

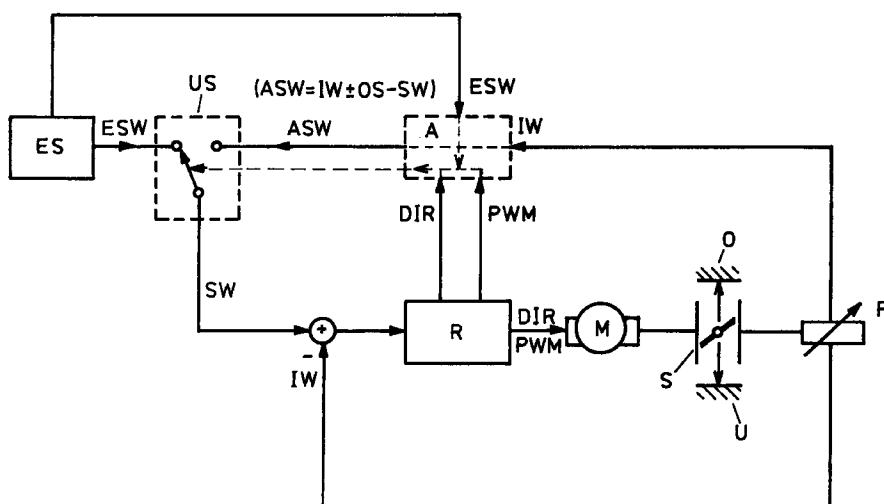
(30) Priorität: **04.01.1997 DE 19700210**

(71) Anmelder: **Hella KG Hueck & Co.**
59552 Lippstadt (DE)

(54) **Verfahren zur Adaption des Sollwertes zur Regelung der Position eines motorisch betätigten Stellelements**

(57) Beschrieben wird ein Verfahren zur Adaption des Sollwertes zur Regelung der Position eines motorisch betätigten Stellelementes, insbesondere einer motorisch betätigten Drosselklappe in einem Kraftfahrzeug. Das Verfahren erkennt ein Blockieren des Stellelementes, insbesondere im Bereich von Endanschlägen und paßt den dem Regler zugeführten Sollwert vorübergehend derart an, daß das Blockieren

beendet wird. Daß das Verfahren ausführende Regelsystem ist dadurch unempfindlich gegenüber Fehlern, die sich aus einer Veränderung des Stellbereiches des Stellelementes ergeben, so daß dessen Verfügbarkeit auch bei Auftreten eines solchen Fehlers erhalten bleibt.



EP 0 852 288 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Adaption des Sollwertes zur Regelung der Position eines motorisch betätigten Stellelementes, insbesondere einer motorisch betätigten Drosselklappe in einem Kraftfahrzeug.

Der Stellbereich motorisch betätigter Stellelemente ist zumeist durch Endanschläge begrenzt. Diese Endanschläge stellen ein besonderes Problem dar, da die bisher lineare Regelstrecke hier abrupt abgebrochen wird. Ohne Berücksichtigung dieser Anschläge kann es bei der Regelung an diesen zu Klemm-, Schwing-, bzw. Praellekten des Stellelementes kommen.

Man ist daher bemüht, die Positionen dieser Anschläge zu kennen, um gegebenenfalls geeignete Maßnahmen zur Vermeidung dieser Effekte zu unternehmen. Mögliche Maßnahmen sind z. B. Ausmessen beim End-of-line Test, Ausmessen oder Adaption im Betrieb des Stellelementes oder die Anbringung von Endschaltern im Bereich der Endanschläge.

Die Positionen der Endanschläge können sich allerdings während des Betriebs des Stellelementes verändern, z. B. durch Drift des die Position des Stellelementes detektierenden Sensors, mechanischen Veränderungen, nach Austausch des Stellelementes, durch Alterung oder durch in den Stellbereich eingedrungene Fremdkörper. Wird in einem solchen Fall das Stellelement gegen einen Endanschlag bestromt, kann es je nach Krafteinwirkung zu mechanischen Beschädigungen des Stellelementes oder der Endanschläge kommen.

Bei als besonders sicherheitsrelevant eingestuften Stellelementen (wie z. B. einer motorisch betätigten Drosselklappe in einem Kraftfahrzeug) kann ein nicht erkanntes Anschlagen des Stellelementes an einem Endanschlag als sicherheitskritisch betrachtet werden (Fehlerrmeldung "Drosselklappe kann nicht geschlossen werden"), was schwerwiegende Konsequenzen für den Fahrer mit sich bringen kann, und zwar angefangen bei der Einschaltung der Warnlampe, über die Einschaltung des Notlaufes bis hin zur Stillsetzung der Motorsteuerung.

Es ist daher die Aufgabe der Erfindung ein Verfahren zu schaffen, das die Robustheit von Regelsystemen bezüglich derartiger Fehler erhöht. Insbesondere soll die uneingeschränkte Verfügbarkeit des Systems auch beim Auftreten solcher Fehler erhalten bleiben, und zwar ohne daß dabei die Sicherheit des Betreibers beeinträchtigt wird.

Diese Aufgabe wird durch die die Erfindung kennzeichnenden Verfahrensschritte gelöst.

Die dem Verfahren zugrundeliegende Idee besteht darin, daß sobald ein die Ansteuerung des Stellelementes kennzeichnender Wert (Motorstrom, Pulsweitenmodulation der Motoransteuerung oder der Integralanteil der Regelgröße) einen vorgegebenen, über dem normalen Niveau liegenden Grenzwert überschreitet, der

Sollwert der Stellelementposition auf deren aktuellen Istwert (mit einem kleinen Abstand) gesetzt wird, so daß die Stellelementansteuerung begrenzt wird. Das Stellelement wird dabei unverzüglich auf eine Position, die vor der Blockierposition liegt, zurückgefahren, wodurch das Anschlagen des Stellelementes gegen einen Endanschlag bzw. das Blockieren unverzüglich aufgehoben wird. Damit kann eine Beschädigung der Mechanik sowie eine Überlastung der Ansteuerelektronik durch einen andauernden hohen Motorstrom wirkungsvoll vermieden werden.

Durch diese Korrekturmaßnahme kann zudem ein Abschalten der Ansteuerung des Stellelementes vermieden werden, so daß die Funktionsfähigkeit des Regelsystems vorteilhafterweise weitgehend erhalten bleibt.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann insbesondere je nach Anwendungsgebiet durch weitere Maßnahmen noch vorteilhaft ergänzt werden. So kann z. B. auch der Betrag des Offsetwertes für den Sollwert von der Bestromungsrichtung des Motors abhängig gemacht werden, so daß die Weite des Zurücksetzens des Stellelementes von einem Anschlag davon abhängt, ob ein oberer oder ein unterer Endanschlag angefahren wurde.

Besonders vorteilhaft ist es, die erfindungsgemäße Sollwertadaption zusätzlich von der Bedingung abhängig zu machen, daß das Blockieren des Stellelementes in einem vorgegebenen Bereich um die vom Regelsystem erwarteten Positionen der Endanschläge herum erfolgt. Diese erwarteten Positionen der Endanschläge können in dem System entweder fest gespeichert sein oder zum Beispiel auch jeweils bei der Inbetriebnahme ausgemessen oder auch aus den Daten des mit dem Stellelement verbundenen Positionsgebers über vorgegebene Toleranzketten berechnet werden.

Der Vorteil dieser zusätzlichen Bedingung liegt darin, daß eine Sollwertanpassung nur am Anfang und Ende des Stellbereiches erfolgt, nicht dagegen im mittleren Stellbereich. Ein Blockieren des Stellelementes im mittleren Stellbereich hängt sicherlich nicht mit der Positionierung der Endanschläge zusammen, so daß in einem solch ungewöhnlichen Fall eine andere Fehlerbehandlung, insbesondere ein Abschalten des gesamten Regelsystems, angebracht sein kann.

Vorteilhaft ist auch, wenn der adaptierte Sollwert als neue Position des Endanschlages für die jeweilige Bestromungsrichtung gespeichert wird. Das erfindungsgemäße Verfahren bewirkt zunächst ein Zurücksetzen des Stellelementes bei jedem Anschlagen an ein Hindernis, wobei ein andauerndes Blockieren jedesmal vermieden wird. Allerdings speichert das Regelsystem nicht die Position des Stellelementes im Moment des Anschlages, so daß das Stellelement immer mal wieder gegen einen z. B. verstellten Endanschlag anlaufen kann, wodurch dann jedesmal die Adaptionfunktion den Sollwert erneut anpaßt.

Durch diese ergänzende Maßnahme wird nun der

adaptierte Sollwert als neue Position des Endanschlag-
 ges in der jeweiligen Bestromungsrichtung des Stellele-
 mentes gespeichert, so daß ein mehrfaches
 Anschlagen des Stellelementes gegen den Endan-
 schlag vermieden wird, es sei denn, daß sich der End-
 anschlag zwischenzeitlich weiter verstellt hätte oder
 verstellt worden wäre.

Ebenfalls vorteilhaft ist, abhängig von der Bestro-
 mungsrichtung unterschiedliche Grenzwerte für das
 Wirksamwerden der Adaptionfunktion vorzusehen, um
 so ein Schwingen des Eingreifens der Sollwertadaption
 zu verhindern.

Um zudem ein mehrfaches schwingendes
 Umschalten zwischen dem adaptierten Sollwert und
 dem externen Sollwert am Sollwerteingang des Reglers
 zu verhindern, ist es darüber hinaus vorteilhaft, die
 Umschaltung vom adaptierten Sollwert auf den exter-
 nen Sollwert erst nach Ablauf einer vorgegebenen Ent-
 prellzeit vorzunehmen bzw. explizit zu prüfen, ob der
 durch das externe System vorgegebene Sollwert das
 Stellelement weiter weg von der Blockierstellung führt,
 als der adaptierte Sollwert.

Im folgenden soll ein Ausführungsbeispiel der Erfin-
 dung anhand der Zeichnung dargestellt und näher
 erläutert werden.

Die einzige Figur zeigt ein Blockdiagramm eines
 Systems zur Regelung eines motorisch betätigten Stell-
 elementes, welche das erfindungsgemäße Verfahren
 zur Sollwertadaption ausführt.

Die Figur zeigt ein System zur Regelung eines
 durch einen Motor (M) betätigten Stellelementes (S),
 wobei beispielhaft angenommen werden kann, daß es
 sich hierbei um eine Drosselklappe in einem Kraftfahr-
 zeug handelt.

Das Stellelement (S) ist zwischen einem unteren
 und einem oberen Endanschlag (U, O) beweglich. Die
 Position (IW) des Stellelementes (S) wird durch einen
 Istwertgeber (P), ausführbar und hier dargestellt als
 Potentiometer, erfaßt und an den Eingang eines Reg-
 lers (R) gegeben, welcher anhand der Differenz zwi-
 schen einem ebenfalls am Eingang des Reglers (R)
 anliegenden Sollwert (SW) und dem Positionswert
 (IW) ein Ansteuersignal für den Motor (M) erzeugt. Die-
 ses Ansteuersignal kann ein analoges oder wie hier ein
 digitales Signal sein, welches die Informationen über
 die Pulsweitenmodulation (PWM) und die Bestro-
 mungsrichtung (DIR) beinhaltet. Dem Regler (R) zuge-
 ordnet ist eine Adaptionfunktion (A), die hier
 symbolisch als Baugruppe dargestellt ist, tatsächlich
 aber vorzugsweise durch eine Softwarefunktion reali-
 siert wird.

Die Adaptionfunktion (A) erhält Signale über die
 Ansteuerung des Motors (M), durch den Regler (R)
 (Betrag des Motorstroms bzw. Pulsweite der Motoran-
 steuerung (PWM) bzw. den Integralanteil der Regel-
 gröÙe) sowie auch eine Information über die
 Bestromungsrichtung des Motors (M), zum Beispiel
 über ein logisches Richtungssignal (DIR), sowie auch

den Istwert (IW) der Position des Stellelementes (S)
 zugeführt. Die Adaptionfunktion berechnet einen
 sogenannten "adaptierten Sollwert" (ASW), welcher
 sich aus dem Istwert (IW) der Position des Stellelemen-
 tes (S) zuzüglich eines Offsetwertes (OS_SW) in Rich-
 tung auf das Innere der Regelstrecke, ergibt.

Der Regler (R) erhält seinen Sollwert (SW) überli-
 cherweise von einem externen System (ES) zum Bei-
 spiel einem Motorsteuersystem als externen Sollwert
 (ESW) vorgegeben. Auch dieser externe Sollwert
 (ESW) wird der Adaptionfunktion (A) zugeführt.

Unter vorgegebenen Bedingungen, nämlich wenn
 die Pulsweite der Motoransteuerung (PWM) einen für
 die jeweilige Bestromungsrichtung (DIR) vorgegebenen
 Grenzwert überschreitet, erhält der Eingang des Reg-
 lers (R) als Sollwert (SW) den adaptierten Sollwert
 (ASW) zugeführt. Dieses wird in der Figur durch den
 symbolischen Umschalter (US) dargestellt, welcher
 durch die Ansteuerungsfunktion (A) betätigt wird. Die
 Realisierung dieses Umschalters (US) besteht vorzugs-
 weise aus einem logischen Entscheidungsschritt im
 Adaptionalgorithmus.

Das dargestellte Regelsystem funktioniert nun fol-
 gendermaßen:

Die Lage der Endanschläge (U, O) ist in dem Reg-
 ler (R) gespeichert. Zur Erhöhung der Genauigkeit kann
 zudem vorgesehen werden, daß die Endpositionen (U,
 O) bei jeder Inbetriebnahme des Regelsystems ange-
 fahren werden und die zugeordneten Positionswerte
 gespeichert werden. Im ungestörten Betrieb erhält der
 Regler (R) als Sollwert (SW) den externen Sollwert
 (ESW) des externen Systems (ES) zugeführt und steu-
 ert das Stellelement (S) in diese Sollposition, wobei der
 Eingang des Reglers (R) ebenfalls ein Signal vom Ist-
 wertgeber (P) über die aktuelle Position (IW) des Stell-
 elementes (S) zugeführt bekommt.

Es sei nun angenommen, daß sich die Position
 zumindest eines Endanschlag (U bzw. O) während
 des Betriebs des Regelsystems verändert oder daß ein
 Fremdkörper in den Stellbereich des Stellelementes (S)
 eingedrungen ist. Hierdurch kommt es zu einem
 Anschlagen des Stellelementes (S) an den Endan-
 schlag (U bzw. O) oder gegen den Fremdkörper und zu
 einem Blockieren des Motors (M). Überschreitet dabei
 eine für die Motoransteuerung charakteristische Größe
 (hier die Pulsweite der Motoransteuerung (PWM)) einen
 vorgegebenen Grenzwert, so setzt die Adaptionfunk-
 tion (A) über den Umschalter (US) den Sollwert (SW)
 am Reglereingang vom externen Sollwert (ESW) auf
 einen adaptierten Sollwert (ASW), welcher dem derzei-
 tigen Istwert der Position des Stellelementes (S) zuzü-
 glich eines von der Bestromungsrichtung (DIR) des
 Motors (M) abhängigen Offsetwertes (OS_SW) ent-
 spricht.

Hierdurch wird also die Betätigung des Stellele-
 mentes (S) nun auf die erkannte Blockierposition
 begrenzt und durch den Offsetwert (OS_SW) wird das
 Stellelement (S) darüber hinaus noch von dem Endan-

schlag (U bzw. O) oder dem Hindernis, welches zum Blockieren führte, zurückgesetzt.

Entsprechend besitzt der Offsetwert (OS_SW) ein negatives Vorzeichen, wenn die Bewegung des Stellelementes (S) vor dem Blockieren in Richtung zu einem größerem Sollwert (SW) führte und ein positives Vorzeichen, wenn Bewegung des Stellelementes (S) in Richtung zu einem kleineren Sollwert (SW) führte.

Das Umschalten auf den adaptierten Sollwert (ASW) beendet damit das Blockieren sofort nach dem Erkennen desselben, wodurch ein den Motor (M) und das Stellelement (S) schädigendes Dauerblockieren einfach und wirkungsvoll vermieden wird. Das Regelsystem gibt damit sozusagen einem erkannten Hindernis nach, so daß eine Notabschaltung im allgemeinen nicht erforderlich wird und das System weiterhin verfügbar bleibt.

Das System verbleibt dabei nicht bei der Ansteuerung mittels eines adaptierten Sollwertes (ASW), sondern schaltet, allerdings frühestens nach einer vorgegebenen Endprellzeit, die Sollwertvorgabe auf das externe System (ES) zurück, sobald dieses einen Sollwert (ESW) vorgibt, welcher das Stellelement (S) in eine Position steuert, die weiter von der Blockierposition entfernt ist, als die durch den adaptierten Sollwert (ASW) vorgegebene Position.

Bei einem erneuten Anschlagen des Stellelementes (S) gegen den "unerwarteten" Endanschlag (U bzw. O) oder das Hindernis wiederholt sich die Umschaltung auf den adaptierten Sollwert.

Es kann überdies vorgesehen werden, die erkannte Blockierposition, d. h. die Position (IW) des Stellelementes (S) im Moment des Blockierens als neuen Wert des oberen bzw. unteren Endanschlages (U bzw. O) zu speichern, so daß während des weiteren Betriebes des Regelsystems ein erneutes Anschlagen des Stellelementes (S) gegen das Hindernis vermieden wird. Allerdings bleibt in diesem Fall der Stellbereich des Stellelementes (S) auch nach einem eventuellen Fortfall des Hindernisses während des weiteren Betriebes des Regelsystems eingeschränkt.

Bezugszeichenliste

Verfahren zur Adaption des Sollwerts zur Regelung der Position eines motorisch betätigten Stellelementes, insbesondere einer motorisch betätigten Drosselklappe in einem Kraftfahrzeug

A	Adaptionsfunktion
ASW	adaptierter Sollwert
DIR	Bestromungsrichtung (Richtungssignal)
ES	externes System
ESW	externer Sollwert
IW	Position des Stellelementes (Istwert)
M	Motor
O	oberer Endanschlag
P	Istwertgeber (Potentiometer)

PWM pulswertenmoduliertes Signal (Reglerausgangsgröße)

R	Regler
S	Stellelement
SW	Sollwert
U	unterer Endanschlag
US	Umschalter

Patentansprüche

1. Verfahren zur Adaption des Sollwertes (SW) zur Regelung der Position eines motorisch betätigten Stellelementes (S), insbesondere einer motorisch betätigten Drosselklappe in einem Kraftfahrzeug, gekennzeichnet durch die sich wiederholende Abfolge folgender Verfahrensschritte

- Erfassung des Motorstromes oder der Pulsweite der Motoransteuerung (PWM) oder des Integralanteils der Reglerausgangsgröße.
- Erfassung der Bestromungsrichtung (DIR) des Motors (M),
- Erfassung der Position (IW) des Stellelementes (S),
- Vergleich, ob der Betrag des Motorstromes oder der Pulsweite der Motoransteuerung (PWM) oder der Integralanteil der Reglerausgangsgröße einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet,
- wobei im Falle eines zutreffenden Vergleichsergebnisses der Sollwert (SW) für die Regelung von einem externen Sollwert (ESW) auf einen adaptierten Sollwert (ASW) gesetzt wird, welcher dem aktuellen Istwert (IW) der Position des Stellelementes (S) zuzüglich eines Offsetwertes für den Sollwert (OS_SW), entspricht, wobei das Vorzeichen des Offsetwertes (OS_SW) von der Bestromungsrichtung (DIR) des Motors (M) abhängt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß auch der Betrag des Offset-Wertes für den Sollwert (OS_SW) von der Bestromungsrichtung (DIR) des Motors (M) abhängt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Setzen des Sollwertes (SW) auf dem adaptierten Sollwert (ASW) nur unter der zusätzlichen Bedingung erfolgt, daß die Abweichung der Position (IW) des Stellelementes (S) von einem gespeicherten oder berechnetem Wert für die Position des Endanschlages (U bzw. O) von der jeweiligen Bestromungsrichtung (DIR) betragsmäßig kleiner ist als ein vorgegebener Wert.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß der adaptierte Sollwert (ASW) als neue Position des Endanschlages (U

bzw. O) für die jeweilige Bestromungsrichtung (DIR) gespeichert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß abhängig von der Bestromungsrichtung (DIR) für den Motorstrom bzw. die Pulsweite der Motoransteuerung (PWM) der vorgegebene Grenzwert eine Hysterese aufweist. 5
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der dem Regler (R) zugeführte Sollwert (SW) vom adaptierten Sollwert (ASW) nach Ablauf einer vorgegebenen Entprellzeit auf den externen Sollwert (ESW) zurückgesetzt wird. 10
7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der dem Regler (R) zugeführte Sollwert (SW) vom adaptierten Sollwert (ASW) auf den externen Sollwert (ESW) zurückgesetzt wird, wenn der externe Sollwert (ESW) einer Position des Stellelementes (S) entspricht, die für die aktuelle Bestromungsrichtung weiter von dem Endanschlag (U bzw. O) entfernt ist, als die dem Stellelement (S) durch den adaptierten Sollwert (ASW) vorgegebene Position. 15 20 25

30

35

40

45

50

55

