



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.03.2007 Patentblatt 2007/12

(51) Int Cl.:
F02D 41/06 ^(2006.01) **F02D 41/10** ^(2006.01)
F02D 11/10 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06120169.5**

(22) Anmeldetag: **06.09.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Wagner, Horst**
70469 Stuttgart (DE)
• **Schaufler, Maik**
71336 Hohenacker (DE)
• **Kneuhl, Wolfgang**
70806 Kornwestheim (DE)

(30) Priorität: **20.09.2005 DE 102005044853**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Filterung eines Signals**

(57) Bei einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Filterung einer Größe, welche wenigstens ein Filtermittel (225) zur Bildung einer Ausgangsgröße abhängig von einer Eingangsgröße aufweist, wobei das wenigstens eine Filtermittel wenigstens eine verzögernde Wirkung auf die Größe aufweist, und welche wenigstens ein Begren-

zermittel (200) zur sich zeitlich ändernden Begrenzung des Maximalwertes der Größe aufweist, ist insbesondere vorgesehen, dass eine Änderung der sich zeitlich ändernden Begrenzung unmittelbar in die Ausgangsgröße eingerechnet wird. Durch diese Maßnahme lassen sich Schleppfehler auch bei der sich ändernden Begrenzung bestmöglich kompensieren.

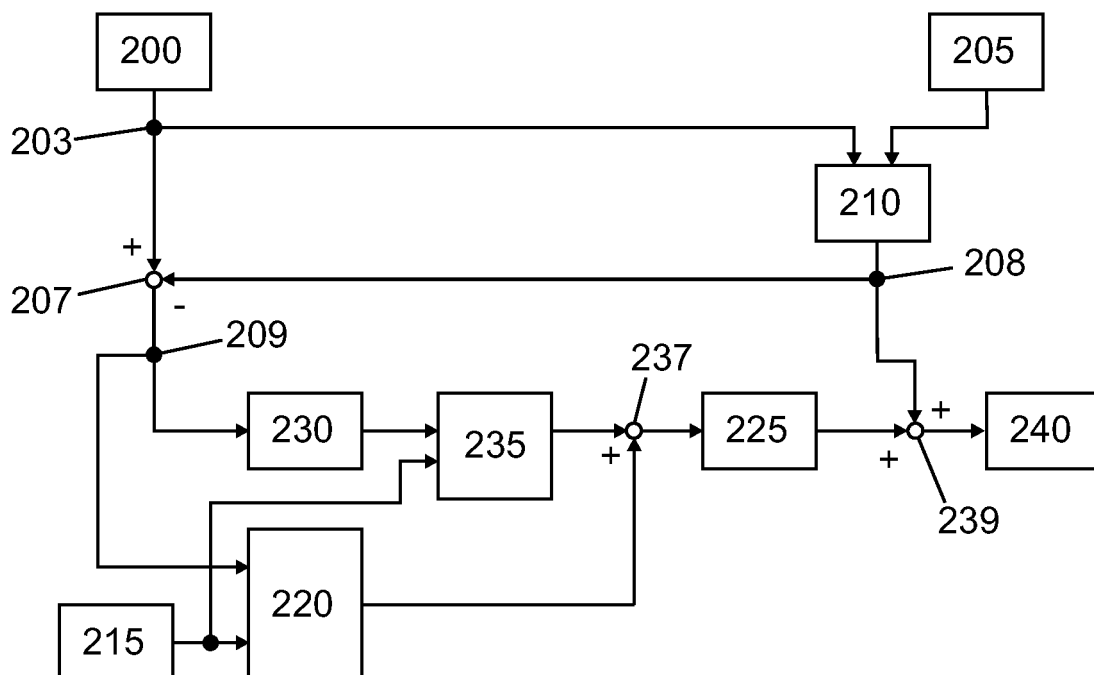


Fig.2

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Filterung einer Größe gemäß den Oberbegriffen der jeweiligen unabhängigen Ansprüche.

[0002] Ein gattungsgemäßes Verfahren ist bspw. aus der DE 100 24 269 A1 bekannt. Dort wird in einem Kraftfahrzeug eine Fahrerwunschmenge mittels eines Führungsformers gefiltert. Die Filterung ist derart ausgebildet, dass sich bspw. von einem Pedalgeber erzeugte schnelle Fahrmengenwünschänderungen (Eingangsgröße) nicht ungedämpft auf die Kraftstoffzumessung (Ausgangsgröße) auswirken und so die Anregung von Fahrzeuglängsschwingungen (sog. "Ruckelschwingungen") vermieden wird. Denn der Führungsformer bzw. das darin enthaltene Filter besitzt wenigstens eine verzögernde Wirkung.

[0003] Die genannte Filterung besitzt prinzipiell den Nachteil, dass bei einer Änderung der Eingangsgröße ein sog. "Schleppfehler" erzeugt wird, d.h. die Ausgangsgröße folgt der Eingangsgröße verzögert. Der Schleppfehler wirkt sich bspw. bei der Anwendung des genannten Filters bei einer Brennkraftmaschine durch ein vermindertes Antriebsmoment aus, d.h. ein an sich verfügbares Drehmoment kann nicht vollständig abgerufen werden.

[0004] Bei dem in der DE 100 24 269 A1 beschriebenen Verfahren wird der Schleppfehler dadurch kompensiert, dass am Eingang eines die verzögernde Wirkung aufweisenden ersten Filters ein Korrekturwert aufgeschaltet wird, der ausgehend von der Eingangsgröße des ersten Filters, und zwar durch Filterung mittels eines zweiten Filters, gebildet wird. Zu diesem Zweck wird die Eingangsgröße nach der Zeit abgeleitet (differenziert) und anschließend mit einem vorgebbaren Wert gewichtet. Der Wichtungsfaktor wird abhängig vom Übertragungsverhalten des zu korrigierenden Filters vorgegeben. Die zeitliche Ableitung der Eingangsgröße kann begrenzt werden, um die Filterwirkung bei sich schnell ändernder Eingangsgröße trotz der genannten Maßnahmen gegen Schleppfehler beizubehalten.

[0005] Nun weisen die hierin bevorzugt umfassten Kraftstoffzumesseinrichtungen eine sich zeitlich ändernde Begrenzung der zu einem Zeitpunkt maximal zulässigen Kraftstoffzumessung auf, welche im Falle von selbstzündenden Brennkraftmaschinen insbesondere durch die Rauch- bzw. Rußgrenze definiert ist und welche in Brennkraftmaschinen dieses Typs vermeidet, dass Rußbildung im Abgas entsteht, wenn der Fahrer ein zu hohes (Dreh-)moment wünscht, bspw. während der Start- bzw. Anfahrphase des Fahrzeugs oder bei einer Vollastbeschleunigung des zugrunde liegenden Fahrzeugs. Die zeitliche Änderung dieser sog. "innermotorischen Begrenzung" stellt in den meisten Fällen ein rampenförmiges Profil dar. In einem zeitdiskreten System stellt sich dies als eine zeitabhängige Stufenfunk-

tion dar. Eine solche Begrenzung kann bspw. dazu führen, dass in Situationen, in denen eine Leerlaufregelung der Brennkraftmaschine das gesamte zur Verfügung stehende Moment zugesprochen bekommt, der Fahrer kein Moment mehr abfordern kann.

[0006] Die genannte Ableitung (Differenzierung) der Eingangsgröße nach der Zeit hat den Nachteil, dass das im Falle der rampenförmigen Begrenzung der Eingangsgröße, oder im Falle eines verrauschten Eingangssignals, sich aufgrund der Ableitung prinzipiell ergebende Einschwingen der gefilterten Größe verhindert, dass der genannte Schleppfehler völlig verschwindet, da das Ausgangssignal in diesem Fall immer dem Eingangssignal nacheilt. D.h. es kommt in diesen Fällen zu einer unvollständigen Schleppfehlerkompensation.

[0007] Es ist daher wünschenswert, ein eingangs genanntes Verfahren und eine Vorrichtung dahingehend zu verbessern, dass trotz der sich ändernden Begrenzung, welche im Falle der genannten Kraftstoffzumessung bei einer bevorzugt selbstzündenden Brennkraftmaschine die genannte und nachfolgend noch eingehender beschriebene innermotorische Begrenzung eingestellt, eine möglichst zu jedem Zeitpunkt maximale Ausgangsgröße, d.h. im Falle einer vorbeschriebenen Kraftstoffzumesseinrichtung ein möglichst maximales Moment, bereitgestellt wird.

Vorteile der Erfindung

[0008] Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, die jeweiligen Änderungswerte einer genannten Begrenzung beim Filter unmittelbar mit einzurechnen. Änderungen, insbesondere Erhöhungen, der Begrenzung werden unmittelbar "durchgereicht" und unterliegen nicht dem genannten Einschwingverhalten des Filters. Vorzugsweise wird nur dann korrigiert, wenn die Fahrerwunschmenge begrenzt wird.

[0009] Die erfindungsgemäße Vorgehensweise bietet den Vorteil, dass genannte Schleppfehler auch im Falle einer sich ändernden Begrenzung bestmöglich kompensiert werden können.

[0010] Vorteilhafte und zweckmäßige Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Zeichnung

[0011] Die Erfindung wird nachfolgend, unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung, anhand von Ausführungsbeispielen eingehender beschrieben, aus denen sich weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben.

[0012] In der Zeichnung zeigen im Einzelnen

Fig. 1 den prinzipiellen Aufbau einer Kraftstoffzumesseinrichtung mit einem hier betroffenen Filter gemäß dem Stand der Technik;

Fig. 2 ein Blockdiagramm der erfindungsgemäßen Vorgehensweise; und

Fig. 3 eine typische Signalkurve zur Illustration der erfindungsgemäßen Vorgehensweise.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

[0013] Die Erfindung wird im Folgenden am Beispiel eines Kraftstoffmengensignals bei einer selbstzündenden Brennkraftmaschine beschrieben. Allerdings ist die Erfindung nicht auf diese Anwendung beschränkt und kann auch bei anderen Signalen, insbesondere bei Signalen, die bei der Steuerung von Brennkraftmaschinen verwendet werden, eingesetzt werden. Insbesondere sind das Verfahren und die Vorrichtung geeignet für Signale, die das abgegebene Moment beeinflussen oder charakterisieren. Solche Signale sind bspw. Kraftstoffmengensignale, Signale zur Ansteuerung von leistungsbeeinflussenden Stellern, Mengenwunschsingale, Ausgangssignale eines Fahrpedalgebers oder Drehzahlisignale.

[0014] In der Fig. 1 ist der prinzipielle Aufbau einer in der DE 100 24 269 A1 offenbarten Kraftstoffzumesseinrichtung einer Brennkraftmaschine dargestellt. Mit 10 ist ein Fahrpedalstellungsgeber und mit 11 ein Drehzahlgeber bezeichnet. Eine Sollwertsteuerung 12 ist mit dem Fahrpedalstellungsgeber 10 und dem Drehzahlgeber 11 verbunden. Das Ausgangssignal MEW der Sollwertsteuerung 12, welches der Fahrerwunschmenge entspricht, gelangt über einen Begrenzer 16 zu einem vorliegend mittels der Strichelung funktionell abgegrenzten Führungsformer 13. Das Drehzahlsignal N des Drehzahlgebers 11 gelangt zu einem Störgrößenregler 14. Das Ausgangssignal MEF des Führungsformers 13 und das Ausgangssignal MES des Störgrößenreglers 14 werden in einem Additionspunkt überlagert und bilden ein Mengensignal MEA, das einer Stelleinrichtung 15 zugeleitet wird. Abhängig von diesem Signal MEA wird der hier nicht dargestellten Brennkraftmaschine eine entsprechende Kraftstoffmenge zugemessen.

[0015] Der Führungsformer 13 umfasst ein erstes Filter 100. Die Eingangsgröße MEW des Führungsformers 13 gelangt zum Einen mit positivem Vorzeichen zu einem ersten Verknüpfungspunkt 125 und zum Anderen zu einem zweiten Filter 110. Das Ausgangssignal des ersten Verknüpfungspunktes 125 gelangt zu dem ersten Filter 100. Das Ausgangssignal des zweiten Filters 110 gelangt über einen Begrenzer 112 zu einem zweiten Verknüpfungspunkt 115, dessen Ausgangssignal mit positivem Vorzeichen zu dem ersten Verknüpfungspunkt 125 gelangt. Der Begrenzer 16 dient dazu, den Fahrerwunsch innerhalb vorgegebener Grenzen zu limitieren. An dem zweiten Eingang des zweiten Verknüpfungspunktes 115 liegt das Ausgangssignal einer Fakturvorgabe 120 an. Das Ausgangssignal des ersten Filters 100 bildet die Ausgangsgröße MEF. Ferner sind Realisierungen möglich, bei denen der Führungsformer bzw. das Filter im

Signalfluss vor der Berücksichtigung der innermotorischen Begrenzung angeordnet ist.

[0016] Das zweite Filter 110 ist als Differenzierer ausgebildet, bspw. als PD- oder DT-Glied. Die Ausgangsgröße des zweiten Filters 110 wird durch den Begrenzer 112 auf betragsmäßig höchstzulässige Werte begrenzt, um die Filterwirkung durch den ersten Filter 100 auch bei schnellen Änderungen der Eingangsgröße MEW zu gewährleisten. Der Begrenzer 112 ist so dimensioniert, dass die Begrenzung bei sich langsam ändernder Eingangsgröße unwirksam ist und das Filter 110 einen unbeeinflussten Beitrag zur Korrektur der Eingangsgröße des ersten Filters 100 liefert. Bei langsamen Änderungen der Eingangsgröße besitzt das zweite Filter 110 einen relativ großen Einfluss auf die gefilterte Größe, wodurch der Schleppfehler vermieden wird.

[0017] Bei schnellen Änderungen der Eingangsgröße hingegen ist die Begrenzung wirksam, wodurch der entsprechende Beitrag des zweiten Filters 110 zur Korrektur der Eingangsgröße des ersten Filters 100 nur gering ist. Bei schnellen Änderungen der Eingangsgröße besitzt das zweite Filter 110 einen relativ kleinen Einfluss auf die gefilterte Größe. In diesem Fall besitzt das erste Filter 100 einen großen Einfluss auf die gefilterte Größe. Im Verknüpfungspunkt 115 wird das Ausgangssignal des zweiten Filters 110 mit einem vorgebbaren Wichtungsfaktor der Fakturvorgabe 120 gewichtet. Der Wichtungsfaktor ist abhängig vom Übertragungsverhalten des ersten Filters 100 vorgebar.

[0018] Anhand der Fig. 2 wird die erfindungsgemäße Vorgehensweise bei der Filterung einer Eingangsgröße am Beispiel einer Anfahrunterstützung eines Kraftfahrzeugs mit einer selbstzündenden Brennkraftmaschine beschrieben. Das in der Fig. 2 gezeigte Blockdiagramm illustriert sowohl den Signalfluss als auch Funktionskomponenten einer entsprechenden Vorrichtung. Von den von einem innermotorischen Begrenzer 200 vorgegebenen Stellgrenzen wird an einem ersten Verknüpfungspunkt 207 zunächst der Eingriff eines Leerlaufreglers 205 abgezogen, und zwar nachdem mittels eines ersten Minimumbildners 210 das Minimum zwischen dem Begrenzungswert des innermotorischen Begrenzers 200 und dem vom Leerlaufregler 205 bereitgestellten Signal gebildet wurde. Die "innermotorische Begrenzung" stellt in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel die Rauch- bzw. Rußgrenze der Brennkraftmaschine dar, welche in den meisten Fällen in einem Motorsteuergerät der Brennkraftmaschine in Form einer MIN-Funktion realisiert ist. Es versteht sich allerdings, dass die innermotorische Begrenzung auch jede andere Begrenzung einer Eingangsgröße darstellen kann.

[0019] Das im Signalfluss hinter der ersten Verknüpfung 207 vorliegende Signal steht als Stellgröße für den Fahrer zur Verfügung, welcher Eingriffe (Fahrerwunsch) mittels eines Fahrpedalstellers 215 vornimmt. Das hinter dem Verknüpfungspunkt 207 vorliegende Signal wird zum Einen, gemeinsam mit der Fahrervorgabe 215, einem zweiten Minimumbildner 220 zugeführt. Das am

Ausgang von 220 anliegende Signal wird einem Filter 225 zugeführt. Parallel dazu wird das hinter dem ersten Verknüpfungspunkt 207 anliegende Signal einem Schleppfehlerkompensationsglied 230 und einem nachgeordneten Wichtungsfaktorvorgeber 235 zugeführt. Die am Ausgang von 220 und 235 jeweils anliegenden Signale werden einem zweiten Verknüpfungspunkt 237 zugeführt und entsprechend den dort gezeigten Vorzeichen die Summe der beiden Signale gebildet.

[0020] Das Schleppfehlerkompensationsglied 230 berechnet einen Offset für den Eingang des Filters 225, so dass sich Änderungen der von dem Begrenzer 200 vorgegebenen Begrenzungswerte unmittelbar am Ausgang des Filters 225 abbilden. Dies kann z.B. durch eine inverse Übertragungsfunktion des Filters 225 realisiert werden. Der Wichtungsfaktorvorgeber 235 wichtet den am Ausgang des Schleppfehlerkompensationsglieds 230 anliegenden Offset vorzugsweise mittels eines applizierten Faktors zwischen 0 und 1. Damit kann eine Teilkompensation oder vollständige Abschaltung der Schleppfehlerkompensation erreicht werden. Als Wichtung kann eine Sprungfunktion, eine Rampenfunktion oder auch eine Funktion höherer Ordnung Anwendung finden.

[0021] Erfindungsgemäß erfolgt eine gewichtete Aufschaltung der Schleppfehlerkompensation für die von der innermotorischen Begrenzung gelieferten Begrenzungswerte, d.h. die Schleppfehlerkompensation wirkt ausschließlich auf die Änderungen der von der innermotorischen Begrenzung 200 gelieferten Stellbereichsgrenze. Die genannte Aufschaltung geschieht in Abhängigkeit von der Relation der Fahrervorgabe 215 zur Stellbereichsgrenze.

[0022] Mittels der Elemente 230, 235 erfolgt eine "harte" Kompensation der sich ändernden Stellbereichsgrenze, d.h. es wird ein solches Signal an den Führungsformer 200 - 225 bereitgestellt, welches am Ausgang des Führungsformers 200 - 225 ein der jeweiligen Änderung der Stellbereichsgrenze unmittelbar entsprechender Änderungswert, bspw. +10 Nm (siehe hierzu Fig. 3), anliegt.

[0023] Der Filter 225 selbst führt die anhand der Fig. 1 beschriebene Signalverarbeitung durch und wird daher hier nicht erneut beschrieben. Das am Ausgang des Filters 225 vorliegende Signal wird mit positivem Vorzeichen einem dritten Verknüpfungspunkt 239 zugeführt, dessen zweite Eingangsgröße der Wert des am Ausgang des ersten Minusbildners 210 anliegenden Signals darstellt. Das hinter dem dritten Verknüpfungspunkt 239 vorliegende Signal stellt die gefilterte und erfindungsgemäß schleppfehlerkompensierte Ausgangsgröße dar, welche vorliegend letztlich der Brennkraftmaschine 240 zu Zwecken der eigentlichen Kraftstoffzumessung zugeführt wird.

[0024] In dem in der Fig. 3 gezeigten Diagramm ist das (Dreh-)Moment M (in der Einheit Nm) einer Brennkraftmaschine gegenüber der Zeit t (in der Einheit s) aufgetragen. Dargestellt ist der fiktive Momentenverlauf 300, der sich aufgrund des von dem Fahrpedalsteller 215 be-

reitgestellten Fahrerwunschssignals unmittelbar (d.h. ohne die beschriebene innermotorische Begrenzung) ergeben würde sowie der stufenförmige Verlauf des tatsächlich an die Brennkraftmaschine 240 gelieferten Ausgangssignals 305 aufgrund des beschriebenen von der innermotorischen Begrenzung 200 gelieferten Begrenzungssignals. Das Fahrerwunschmoment 300 weist vorliegend einen kurzzeitigen Sprung von 0 Nm auf 700 Nm auf. Die innermotorische Begrenzung bewirkt in diesem Fall, dass das an die Brennkraftmaschine 240 gelieferte Ausgangssignal bzw. das entsprechende Moment zunächst auf 300 Nm begrenzt wird und sich danach im Normalfall so lange stufenförmig erhöht, bis das der Fahrerwunschmenge entsprechende Moment von 700 Nm erreicht wird. Aus der in der Fig. 3 gezeigten Ausschnittvergrößerung ist zu ersehen, dass die tatsächliche stufenförmige Erhöhung des Moments bspw. in Schritten von 10 Nm und in Zeitintervallen von 10 ms erfolgt. Es ist jedoch hervorzuheben, dass es bei der Erfindung auf die genauen Werte dieser Größen nicht ankommt und die Erfindung somit grundsätzlich auch bei anderen zeitlichen Verläufen eines Begrenzers anwendbar ist.

25 Patentansprüche

1. Verfahren zur Filterung einer Größe, mit wenigstens einem Filtermittel (225) zur Bildung einer Ausgangsgröße abhängig von einer Eingangsgröße, wobei das wenigstens eine Filtermittel wenigstens eine verzögernde Wirkung auf die Größe aufweist, sowie mit wenigstens einem Begrenzermittel (200) zur sich zeitlich ändernden Begrenzung einer Stellbereichsgrenze der Größe, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Änderung der sich zeitlich ändernden Begrenzung unmittelbar in die Ausgangsgröße eingerechnet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Aufschaltung einer Schleppfehlerkompensation (230) für die von dem Begrenzermittel gelieferten Begrenzungswerte durchgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannte Aufschaltung gewichtet erfolgt, vorzugsweise mittels eines Faktors zwischen 0 und 1.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannte Aufschaltung in Abhängigkeit vom Verhältnis zwischen einer Vorgabe der Eingangsgröße zu der Stellbereichsgrenze durchgeführt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Eingang eines das wenigstens eine Filtermittel aufweisenden

Führungsformers (200 - 225) ein Signal bereitgestellt wird, so dass am Ausgang des Führungsformers ein der jeweiligen Änderung der Stellbereichsgrenze entsprechender Änderungswert der Ausgangsgröße anliegt.

5

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur Anwendung in einer Kraftstoffzumessung einer Brennkraftmaschine, **dadurch gekennzeichnet, dass** die genannte Filterung nur dann durchgeführt wird, wenn eine Fahrerwunschmenge begrenzt wird. 10
7. Vorrichtung zur Filterung einer Größe, mit wenigstens einem Filtermittel (225) zur Bildung einer Ausgangsgröße abhängig von einer Eingangsgröße, wobei das wenigstens eine Filtermittel wenigstens eine verzögernde Wirkung auf die Größe aufweist, sowie mit wenigstens einem Begrenzermittel (200) zur Begrenzung des Maximalwertes der Größe, **gekennzeichnet durch** Mittel (230) zur Schleppfehlerkompensation, mittels derer sich Änderungen der von dem Begrenzermittel vorgegebenen Begrenzungswerte unmittelbar am Ausgang des Filtermittels abbilden, und Mittel zur Wichtung eines am Ausgang des Mittels zur Schleppfehlerkompensation anliegenden Offsets. 15
20
25
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zur Schleppfehlerkompensation einen Offset für den Eingang des Filtermittels berechnen. 30
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Berechnung des Offsets für den Eingang des Filtermittels mittels einer inversen Übertragungsfunktion erfolgt. 35
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der am Ausgang des Mittels zur Schleppfehlerkompensation anliegende Offset mit einem Faktors zwischen 0 und 1 gewichtet ist. 40
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel zur Wichtung durch eine Sprungfunktion oder eine Rampenfunktion oder eine Funktion höherer Ordnung realisiert sind. 45

50

55

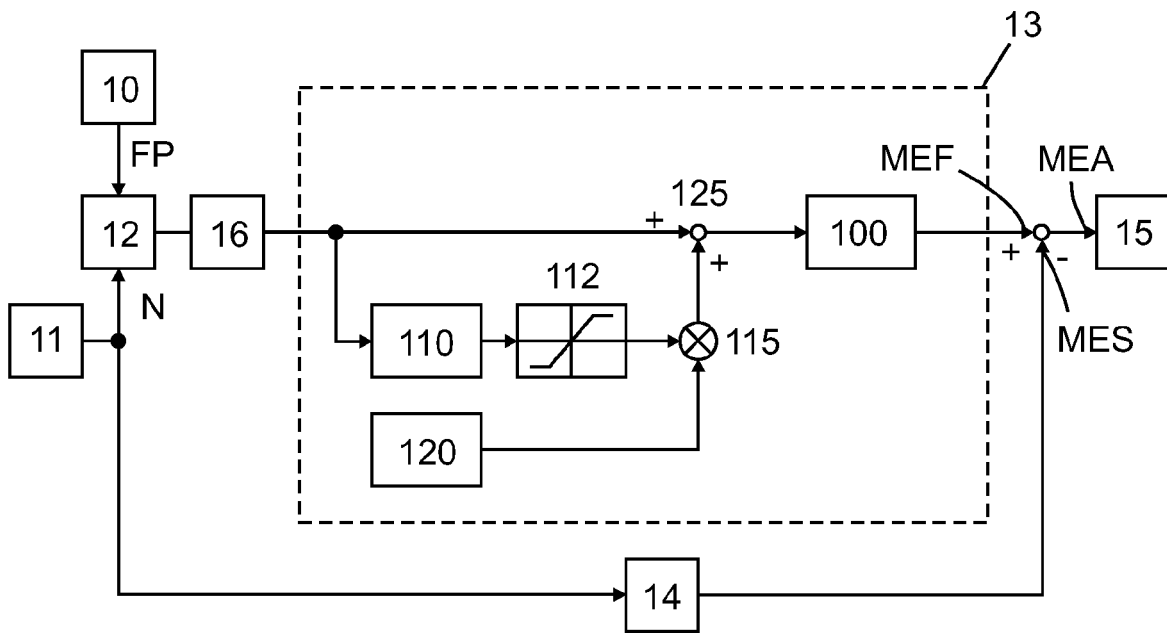


Fig.1
(Stand der Technik)

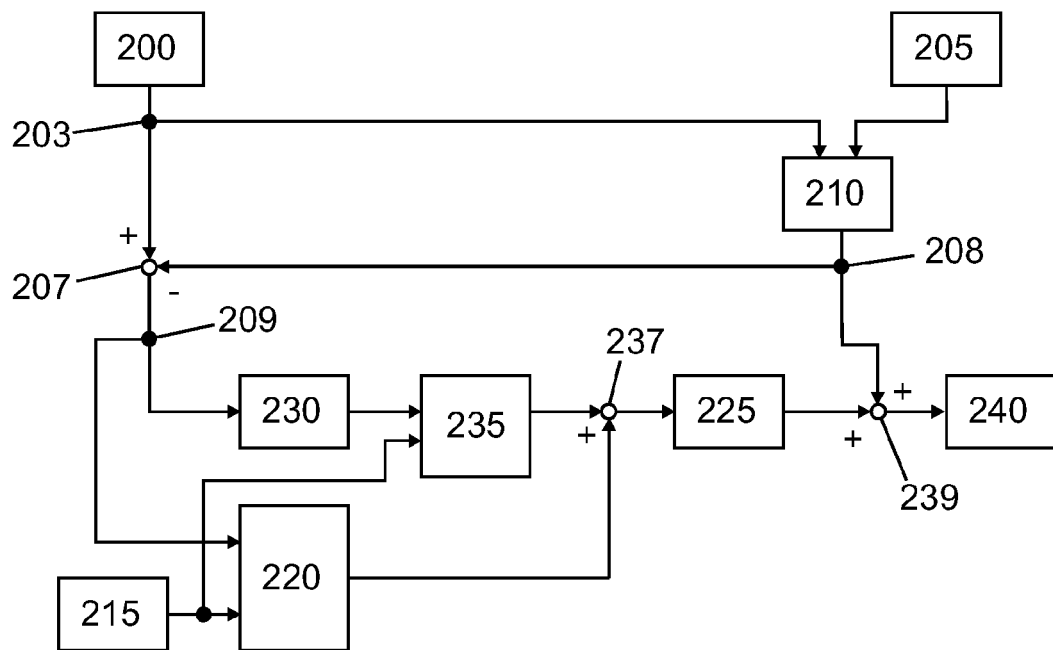


Fig.2

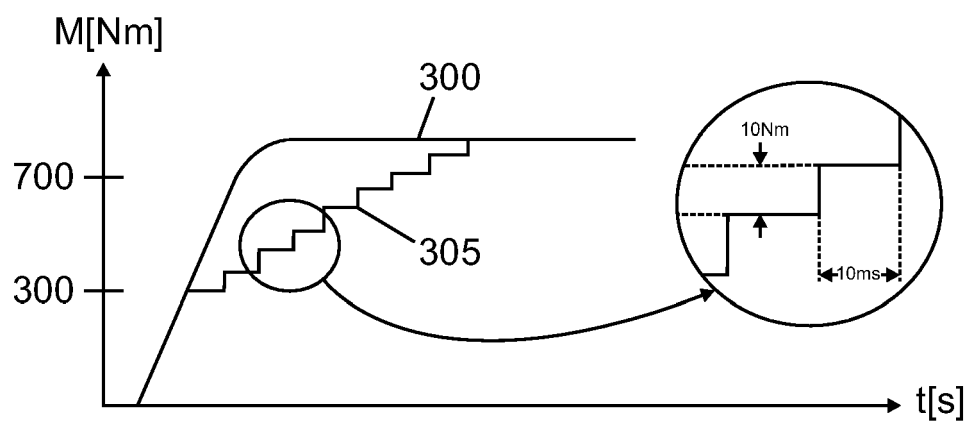


Fig.3

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10024269 A1 [0002] [0004] [0014]