



(19)

österreichisches
patentamt

(10) **AT 512 062 A1 2013-05-15**

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 1621/2011
(22) Anmeldetag: 03.11.2011
(43) Veröffentlicht am: 15.05.2013

(51) Int. Cl. : **G05B 13/02** (2006.01)
F02D 41/14 (2006.01)
F02D 43/00 (2006.01)

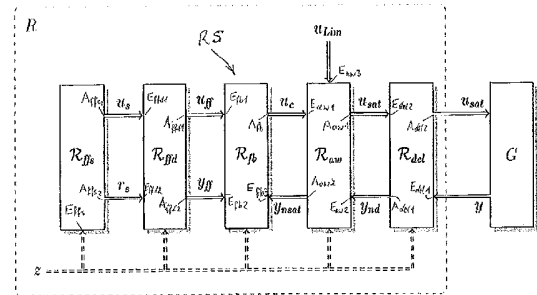
(56) Entgegenhaltungen:
WO 2003056427 A2
EP 0507072 A2
WO 2008034453 A1

(73) Patentanmelder:
AVL LIST GMBH
8020 GRAZ (AT)

(72) Erfinder:
Stolz Michael Dipl.Ing.
Graz (AT)

(54) REGLERSTRUKTUR

(57) Die Erfindung betrifft Reglerstruktur (RS), insbesondere für eine Motorsteuerung für Fahrzeuge, mit als modulares System ausgebildeten Funktionseinheiten, wobei mehrere Funktionseinheiten über Schnittstellen zu einer Einheit zusammenfassbar sind. Um die Wartbarkeit, Testbarkeit und die Parametrierbarkeit zu verbessern, ist vorgesehen, dass die Reglerstruktur (RS) als Funktionseinheiten zumindest ein statisches Vorsteuermodul (R_{ffs}) und zumindest ein Modul aus der Gruppe dynamisches Vorsteuermodul (R_{ffd}), Rückführ-Regelungs-Modul (R_{fb}), Anti-Windup-Modul (R_{aw}) und Totzeit-Kompensations-Modul (R_{del}) aufweist.



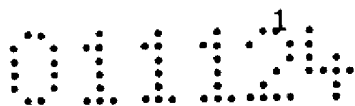
AT 512 062 A1 2013-05-15



13
ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfindung betrifft Reglerstruktur (RS), insbesondere für eine Motorsteuerung für Fahrzeuge, mit als modulares System ausgebildeten Funktionseinheiten, wobei mehrere Funktionseinheiten über Schnittstellen zu einer Einheit zusammenfassbar sind. Um die Wartbarkeit, Testbarkeit und die Parametrierbarkeit zu verbessern, ist vorgesehen, dass die Reglerstruktur (RS) als Funktionseinheiten zumindest ein statisches Vorsteuermodul (R_{ffs}) und zumindest ein Modul aus der Gruppe dynamisches Vorsteuermodul (R_{ffd}), Rückführ-Regelungs-Modul (R_{fb}), Anti-Windup-Modul (R_{aw}) und Totzeit-Kompensations-Modul (R_{del}) aufweist.

Fig.



Die Erfindung betrifft eine Reglerstruktur, insbesondere für eine Motorsteuerung für Fahrzeuge, mit als modulares System ausgebildeten Funktionseinheiten, wobei mehrere Funktionseinheiten über Software-Schnittstellen zu einer Einheit zusammenfassbar sind.

Aus der EP 1 950 096 B1 ist es bekannt, Funktionseinheiten als modulares System auszubilden, wobei die Funktionseinheiten über mechanische und elektrische Schnittstellen zu einer stabilen Einheit zusammenfassbar sind.

Weiters ist es aus der DE 10 2006 005 557 A1 bekannt, einen Controller für ein Fahrzeug mit verschiedenen Teilmodulen auszuführen.

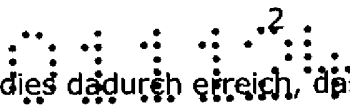
Die DE 42 39 711 A1 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung eines Fahrzeuges, mit zumindest zwei Teilsystemen, von denen eines ein Motorsteuersystem ist. Dabei wird eine einheitliche Schnittstelle zum Motorsteuerungssystem hin zur Verfügung gestellt, welche Querkoppelungen zwischen den Teilsystemen verringern und eine unabhängige Applikation und Beherrschung jedes Teilsystems erlaubt.

Die bekannten Reglerstrukturen betreffen eine durch Hardwarekomponenten gebildete Modularisierung von Reglerstrukturen. Die Berechnungsschritte innerhalb der Reglerstruktur ist im Allgemeinen – aufgrund einer "gewachsenen" Struktur – mit entsprechend schrittweise verbesserter Reglersoftware monolithisch aufgebaut.

Vorsteuerung, Rückführregelung, Anti-Windup und eventuell Totzeitkompensation sind in heutigen Anwendungen in Motorsteuergeräten kombiniert und stark verflochten. Dieser Umstand erschwert eine schrittweise Parametrierung sowie das Testen erheblich.

Speziell bei Mehrgrößenregelungen führt dies zu einem enorm hohen Aufwand bei Änderungen im Regelalgorithmus, da die Regelung als Ganzes betroffen ist. Versionierung, Komponententest, sowie Betriebsmodenumschaltungen werden erheblich nachteilig von einer nichtmodularen Softwarestruktur beeinflusst.

Aufgabe der Erfindung ist es, Wartbarkeit, Testbarkeit und Parametrierbarkeit insbesondere automotiver Regelkreise zu erleichtern.

 Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass die Reglerstruktur als Funktionseinheiten zumindest ein statisches Vorsteuermodul und zumindest ein Modul aus der Gruppe dynamisches Vorsteuermodul, Rückführ-Regelungs-Modul, Anti-Windup-Modul und Totzeit-Kompensations-Modul aufweist.

Die gesamte Reglerstruktur wird somit durch spezielle softwarebasierte Teilmodule aufgebaut. Die Software-Schnittstellen sind derart gestaltet, dass einzelne Module auch weggelassen werden können.

Das statische Vorsteuermodul kann zumindest einen Eingang für zumindest einen momentanen Betriebspunkt, zumindest einen ersten Ausgang für zumindest einen vom momentanen Betriebspunkt abhängigen statischen Stellerwert und zumindest einen zweiten Ausgang für zumindest einen entsprechenden notwendigen statischen Sollwert aufweisen, wobei das statische Vorsteuermodul ausgebildet ist, um zumindest einen statischen Sollwert und zumindest einen entsprechenden notwendigen statischen Stellerwert in Abhängigkeit des momentanen Betriebspunktes zu ermitteln. Dabei liefert das statische Vorsteuerungsmodul die vom momentanen Betriebspunkt abhängigen statischen Sollwerte und die entsprechenden statisch notwendigen Stellerwerte.

Das dynamische Vorsteuermodul kann zumindest einen ersten Eingang für zumindest einen statischen Stellerwert, zumindest einen zweiten Eingang für zumindest einen statischen Sollwert, zumindest einen ersten Ausgang für zumindest einen dynamischen Stellerwert, und zumindest einen zweiten Ausgang für zumindest einen gefilterten Sensorwert aufweisen, wobei das dynamische Vorsteuermodul ausgebildet ist, um aus zumindest einem statischen Stellerwert und zumindest einem statischen Sollwert zumindest einen dynamischen Stellerwert und zumindest einen gefilterten Sensorwert zu ermitteln. Das dynamische Vorsteuerungsmodul liefert somit einen gefilterten Sensorwert, der im idealen Fall dem Ausgang der Strecke entspricht, wenn die entsprechenden dynamischen Stellerwerte am Streckeneingang wirken. Die dynamische Vorsteuerung kann auch einen Teil zur Störgrößenkompensation beinhalten.

Das Rückführ-Regelungs-Modul weist vorteilhafter Weise zumindest einen ersten Eingang für zumindest einen dynamischen Stellerwert, zumindest einen zweiten Eingang für zumindest einen gefilterten Sollwert, zumindest einen dritten Eingang für zumindest einen korrigierten Sensorwert und zumindest einen Ausgang für

3

zumindest ein unbegrenztes Stellersignal auf, wobei das Rückführ-Regelungs-Modul ausgebildet ist, um – bei einer Abweichung zwischen dem erwarteten gefilterten Sensorwert und einem korrigierten Sensorwert - ein unbegrenztes Stellersignal zu liefern, welches sich aus einem momentanen Vorsteuerwert und einem Rückführanteil zur Korrektur der Abweichung zusammensetzt. Das Rückführ-Regelungsmodul ermöglicht somit eine statische Genauigkeit, auch wenn unbekannte Störungen auf die Strecke wirken oder das Streckenverhalten vom nominellen Verhalten abweicht. Bei einer Abweichung zwischen dem erwarteten Sensorwert und einem korrigierten Sensorwert besteht das Ausgabesignal aus dem momentanen Vorsteuerwert erweitert um den Rückführanteil zur Korrektur der Abweichung. Im Falle von starkem Messrauschen kann ein Beobachter als Teil des Rückführreglers das Verhalten der Regelung verbessern.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass das Anti-Windup-Modul zumindest einen ersten Eingang für zumindest ein unbegrenztes Stellersignal, zumindest einen zweiten Eingang für zumindest einen zeitkompensierten Sensorwert, zumindest einen dritten Eingang für zumindest eine Stellerbegrenzung, zumindest einen ersten Ausgang für ein begrenztes Stellersignal und zumindest einen zweiten Ausgang für zumindest einen korrigierten Stellerwert aufweist, wobei das Anti-Windup-Modul ausgebildet ist, um aus zumindest einem unbegrenzten Stellersignal, zumindest einer Stellerbegrenzung und zumindest einem totzeitkompensierten Sensorwert, zumindest einen begrenzten Stellerwert und zumindest einen um den Anteil der Stellerbegrenzung korrigierten Sensorwert zu ermitteln. Das Anti-Windup-Modul verhindert im Wesentlichen das unbegrenzte Anwachsen des Integratoranteils im Regler, welches durch Stellerbegrenzungen verursacht wird. Das unbegrenzte Stellersignal und die Stellerlimitierungen stellen zusammen mit den totzeitkompensierten Sensorwerten die Eingänge dar. Die begrenzten Stellerwerte und der um den Anteil der Stellerbegrenzung korrigierte Sensorwert bilden die Ausgänge des Anti-Windup-Moduls.

Im Rahmen der Erfindung ist vorgesehen, dass das Totzeit-Kompensations-Modul zumindest einen ersten Eingang für zumindest eine Sensorgröße und zumindest einen ersten Ausgang für zumindest einen totzeitkompensierten Sensorwert aufweist, wobei das Totzeit-Kompensations-Modul ausgebildet ist, um vorzugsweise nach dem Prinzip des Smith Prädiktors aus zumindest einer Sensorgröße zumindest einen totzeitkompensierten Sensorwert zu ermitteln. Die

4

Struktur eines Smith Prädiktors wird beispielsweise in „Rapid Control Prototyping“, Abel D., Bolling A., Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006, beschrieben. Das Totzeit-Kompensations-Modul kann weiters zumindest einen zweiten Eingang und zumindest einen zweiten Ausgang für zumindest einen begrenzten Stellerwert aufweisen, wobei vorzugsweise das Totzeit-Kompensations-Modul ausgebildet ist, um den begrenzten Stellerwert unverändert durchzuschleusen. Die Totzeitkompensation im Totzeit-Kompensations-Modul verbessert das Regelkreisverhalten beim Vorhandensein von bekannten Totzeiten in der Strecke. Dabei wird das Stellersignal nicht verändert, die Sensorgrößen werden jedoch nach Prinzip des sogenannten "Smith-Prädiktors" korrigiert.

Die Erfindung im Folgenden anhand der Fig. näher erläutert.

Die Fig. zeigt eine Reglerstruktur RS mit mehreren zu einem Gesamtreger verschalteten Reglermodulen. Dabei ist mit G die zu regelnde Strecke bezeichnet.

Die Reglerstruktur RS betrifft den Reglerkern. Dies bedeutet, dass aus der Sicht des Reglerkerns, Sensoren sowie Aktuatoren zur Strecke G gezählt werden, wobei eine unterlagerte Positionsregelung vorausgesetzt wird.

Der Regleralgorithmus R stellt einen Teil der Steuerungssoftware dar. Mit u sind die Stellerwerte, mit y die erfassten Sensorwerte bezeichnet. Die Auswertung des Regelalgorithmus R erfolgt zyklisch und die Regelung ist somit zeitdiskret.

Für die Struktur der Regelung wird hier ein modularer Aufbau vorgeschlagen. Dabei bestimmen einzelne Module, jedes für sich, bestimmte Eigenschaften des Regelkreises. Die Module sind so konzipiert, dass die spezielle Eigenschaften jedes Moduls in ihrer Wirkung im Betrieb über so genannte Tuningfaktoren einstellbar bleiben. Als Tuningparameter werden hier Parameter bezeichnet, die bis zum Ende der Parametrierung des Reglers als übergeordnete Einstellparameter beziehungsweise Entwurfsfreiheitsgrade offen bleiben und verändert werden können, ohne dass dadurch eine Anpassung der anderen Reglerparameter notwendig wird. Die Bezeichnung „im Betrieb“ bezieht sich hier auf den Betrieb während beispielsweise einer Motorabstimmung (Applikation), bei der die entgültigen Reglereinstellungen erarbeitet und getestet werden.

Es besteht auch die Möglichkeit, unterschiedliche Module entfallen zu lassen oder zu deaktivieren, wenn auf die entsprechenden Eigenschaften verzichtet werden kann. Die einzelnen Module weisen Parameter und eindeutige Vorschriften zur Berechnung auf. Vorteilhafter Weise teilen sich verschiedene Module gemeinsame Parameter und reduzieren dadurch weiter die Gesamtzahl der nötigen Reglerparameter und somit die Größe des in der Implementierung benötigten Speichers.

In der Fig. ist die Verschaltung aller Reglermodule zu einem Gesamtregler abgebildet. Die Reglerstruktur RS des Gesamtreglers beinhaltet folgende Module und deren Schnittstellen:

1. Statisches Vorsteuermodul R_{ffs} :

Das statische Vorsteuermodul R_{ffs} liefert die vom momentanen Betriebspunkt z abhängigen statischen Sollwerte r_s und die entsprechenden notwendigen statischen Stellerwerte u_s .

2. Dynamisches Vorsteuermodul R_{ffd} :

Das dynamische Vorsteuermodul R_{ffd} liefert einen gefilterten Sollwertwert y_{ff} (entspricht dem erwarteten Sensorwert), der im idealen Fall dem Ausgang der Strecke G entspricht, wenn die entsprechenden dynamischen Stellerwerte u_{ff} am Streckeneingang wirken. Das dynamische Vorsteuermodul R_{ffd} kann auch einen Teil zur Störgrößenkompensation beinhalten.

3. Rückführ-Regelungs-Modul R_{fb} :

Das Rückführ-Regelungsmodul R_{fb} ermöglicht statische Genauigkeit, auch wenn unbekannte Störungen auf die Strecke G einwirken oder wenn das Streckenverhalten vom nominellen Verhalten abweicht. Bei einer Abweichung zwischen dem erwarteten Sensorwert (entspricht dem gefilterten Sollwert y_{ff}) und dem korrigierten Sensorwert y_{nsat} besteht der das Ausgabesignal bildende unbegrenzte Stellerwert u_c aus dem momentanen Vorsteuerwert u_{dff} erweitert um einen Rückführanteil zur Korrektur der Abweichung. Im Fall von starkem Messrauschen kann ein Beobachter als Teil des Rückführ-Regelungs-Moduls R_{fb} das Verhalten der Regelung verbessern.

4. Anti-Windup-Modul R_{aw}

Das Anti-Windup-Modul R_{aw} verhindert im Wesentlichen das unbegrenzte Anwachsen des Integrator-Teils im Regler, welches durch Stellerbegrenzungen verursacht wird. Das unbegrenzte Stellersignal u_c und die Stellerlimitierungen u_{lim} stellen zusammen mit den totzeitkompensierten Sensorwerten y_{nd} die Eingänge dar. Die begrenzten Stellerwerte u_{sat} und der um den Anteil der Stellerbegrenzung korrigierte Sensorwert y_{nsat} bilden die Ausgänge des Anti-Windup-Moduls R_{aw} .

5. Totzeit-Kompensations-Modul R_{del}

Das Totzeit-Kompensations-Modul R_{del} verbessert das Regelkreisverhalten beim Vorhandensein von Totzeiten in der Strecke G . Dabei wird das Stellersignal u_{sat} nicht verändert, die Sensorgrößen y werden jedoch nach dem Prinzip des Smith-Prädiktors zum zeitkompensierten Sensorwert y_{nb} korrigiert.

Die zu regelnde Strecke G ist im vorliegenden Fall ein Mehrgrößensystem.

Das Prinzip ist aber sowohl für Ein- als auch für Mehrgrößenregelungen anwendbar.

Im Falle der Mehrgrößenregelung sind die Signale an den Modulschnittstellen vektorwertige Signal der gleichen Ordnung.

Die Reihenfolge der Hintereinanderschaltung der Einzelmodule spielt eine entscheidende Rolle für das Gesamtverhalten des Regelkreises. Eine Änderung der Reihenfolge wirkt sich im Allgemeinen negativ auf die Eigenschaften des Regelkreises aus. Die Reihenfolge der einzelnen Module kann somit nicht vertauscht werden.

Da einige der Module dynamische Systeme beinhalten (R_{ffd} , R_{fb} , R_{aw} , R_{del}) und diese untereinander verschaltet sind, ist bei der Implementierung (als diskreter Regler) die Einhaltung einer speziellen Reihenfolge bei der Berechnung erforderlich. Alle dynamischen Reglermodule, also solche, die sogenannte innere Zustände besitzen, müssen jeweils zwei Arten von Berechnungsmethoden zur Verfügung stellen:



output: Berechnung eines Ausgangs in Abhängigkeit der Eingänge und der inneren Zustände und

update: Aktualisierung der jeweiligen inneren Zustände in Abhängigkeit der Eingänge.

Die Berechnung des neuen Stellersignals u_{sat} (begrenzter Stellerwert) des Gesamtreglers erfordert auf Grund der Durchgriffsterme in den Modulen eine bestimmte Reihenfolge der Ausgangsberechnungen der Module. Diese Berechnungsreihenfolge ist nicht eindeutig.

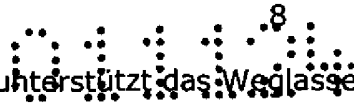
Modul	Variable	Methode
$R_{\text{ff}s}$	u_s	output
	r_s	output
$R_{\text{ff}d}$	u_{ff}	output
	y_{ff}	output
R_{del}	y_{nd}	output
R_{aw}	y_{nsat}	output
R_{fb}	u_c	output
R_{aw}	u_{sat}	output
R_{del}	u_{sat}	output

Nach den jeweiligen Ausgangsberechnungen (output) sind die entsprechenden Ausgangssignale der Module aktualisiert.

Die Aktualisierung der inneren Zustände des Reglers kann in beliebiger Reihenfolge stattfinden. Eine mögliche Berechnungsreihenfolge wäre:

Modul	Variable	Methode
$R_{\text{ff}d}$	y_{nsat}	update
R_{fb}	u_c	update
R_{aw}	u_{sat}	update
R_{del}	u_{sat}	update

Für ausgewählte Module (zum Beispiel Anti-Windup Modul R_{aw}) ist es möglich, auch Realisierungen mit verzögerten Eingangswerten durchzuführen, was notwendig wird, wenn die Berechnungsreihenfolge auf Grund der übergeordneten Softwarearchitektur nicht eingehalten werden kann. Es sind in diesen Fällen meist zusätzliche Speicherelemente nötig.



Die Reglerstruktur RS unterstützt das Weglassen einzelner oder mehrerer Module, sowie das Auswechseln verschiedener Umsetzungen eines Moduls. Eine Gesamregelung kann, muss aber nicht, einzelne Module enthalten.

Änderungen in den Modulen können punktuell durchgeführt werden, ohne andere Module zu beeinflussen. Die Modul-Entwicklung und -Verwaltung sowie Versionierung kann dadurch parallelisiert werden. Aus den Modulen können bibliotheksartig rasch verschiedene Kombinationen zusammengestellt werden. Durch mehrere Gleichteile wird die Versionierung stark entlastet und die Softwarequalität erheblich erhöht.

Anforderungen an die Gesamregelung können in einzelne Anforderungen an Module zerlegt werden. Bestimmte Anforderungen können über die Aktivierung, Deaktivierung oder Hinzunahme von Modulen erfüllt werden. Die Parametrierung kann sequentiell erfolgen – zum Unterschied zu einer gleichzeitigen oder iterativen Parametrierung der gesamten Regelung. Dadurch sinkt der Aufwand der Parametrierung.

Die Parameter und Module sind besser spezifischen Anforderungen zuordbar. Dies spielt eine große Rolle in der Erstellung von Tests (und deren Wiederverwendbarkeit) und in der Absicherung der Software.

Durch die standardisierten Module wird eine Gruppierung der Berechnungsvorschriften der Regelung ermöglicht, was zu wesentlichen Vorteilen bei der Erstellung, Wartung, Prüfung, Einstellung und beim Betrieb der Regelung führt.

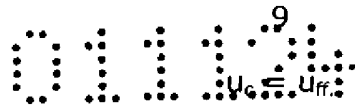
Die Schnittstellen sind derart gestaltet, dass einzelne Module weggelassen werden können.

Im Falle, dass der dynamische Vorsteuerungsmodul R_{fd} entfällt, gilt:

$$u_{ff} = u_s$$

$$y_{ff} = R_s \cdot$$

Entfällt das Rückführ-Regelungs-Modul R_{fb} , dann ist



y_{ff} und y_{nsat} werden nicht benötigt.

Entfällt das Anti-Windup-Modul R_{aw} so gilt:

$$u_{sat} = u_c$$
$$y_{nsat} = y_{nd}$$

Bei einer wegfallenden Totzeitkompensation gilt:

$$y_{nd} = y$$

Die Verwendung gemeinsamer Parameter in den Modulen kann zu einer drastischen Reduktion der Anzahl der gesamten zur Beschreibung notwendigen Parameter führen. Das reduziert die Berechnungszeit, den Einstellaufwand, den Speicheraufwand und den Änderungsaufwand. Praktischerweise können die Parameter der Module vom Arbeitspunkt z abhängig sein.

Anwendung findet diese Möglichkeit speziell bei "modellbasierten Regelungen", wo in den Modulen jeweils auch mathematische Teile beziehungsweise Parameter davon verwendet werden.

Die erfindungsgemäße Reglerstruktur RS findet insbesondere Anwendung bei der Umsetzung einer diskreten Regelung auf einem elektronischen Steuergerät eines Fahrzeugs, wo die entsprechende Berechnungsvorschrift zyklisch ausgeführt wird.

Ein konkretes Beispiel einer Reglerstruktur ist die Luftpfadregelung eines Dieselmotors. Diese befindet sich auf einem Motorsteuergerät. Dort wird der Turboladersteller und die Abgasrückführklappe so geregelt, dass zu jedem Zeitpunkt zwei zeitlich variable Zielwerte möglichst gut erreicht werden. Aber auch andere Regelungen von Brennkraftmaschinen können als Beispiel dienen: Beispielsweise die Regelung der Verbrennungsschwerpunktlage (alternative Dieselerbrennung), oder die Lambda-Regelung beim Ottomotor.

1. Reglerstruktur (RS), insbesondere für eine Motorsteuerung für Fahrzeuge, mit als modulares System ausgebildeten Funktionseinheiten, wobei mehrere Funktionseinheiten über Schnittstellen zu einer Einheit zusammenfassbar sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Reglerstruktur (RS) als Funktionseinheiten zumindest ein statisches Vorsteuermodul (R_{ffs}) und zumindest ein Modul aus der Gruppe dynamisches Vorsteuermodul (R_{ffd}), Rückführ-Regelungs-Modul (R_{fb}), Anti-Windup-Modul (R_{aw}) und Totzeit-Kompensations-Modul (R_{del}) aufweist.
2. Reglerstruktur (RS) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das statische Vorsteuermodul (R_{ffs}) zumindest einen Eingang (E_{ffs}) für zumindest einen momentanen Betriebspunkt (z), zumindest einen ersten Ausgang (A_{ffs1}) für zumindest einen vom momentanen Betriebspunkt abhängigen statischen Stellerwert (u_s) und zumindest einen zweiten Ausgang (A_{ffs2}) für zumindest einen entsprechenden notwendigen statischen Sollwert (r_s) aufweist, wobei der statische Vorsteuermodul (R_{ffs}) ausgebildet ist, um zumindest einen statischen Sollwert (r_s) und zumindest einen entsprechenden notwendigen statischen Stellerwert (u_s) in Abhängigkeit des momentanen Betriebspunktes (z) zu ermitteln.
3. Reglerstruktur (RS) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das dynamische Vorsteuermodul (R_{ffd}) zumindest einen ersten Eingang (E_{ffd1}) für zumindest einen statischen Stellerwert (u_s), zumindest einen zweiten Eingang (E_{ffd2}) für zumindest einen statischen Sollwert (r_s), zumindest einen ersten Ausgang (A_{ffd1}) für zumindest einen dynamischen Stellerwert (u_{ff}), und zumindest einen zweiten Ausgang (A_{ffd2}) für zumindest einen gefilterten Sensorwert (y_{ff}) aufweist, wobei das dynamische Vorsteuermodul (R_{ffd}) ausgebildet ist, um aus zumindest einem statischen Stellerwert (u_s) und zumindest einem statischen Sollwert (r_s) zumindest einen dynamischen Stellerwert (u_{ff}) und zumindest einen gefilterten Sensorwert (y_{ff}) zu ermitteln.
4. Reglerstruktur nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der gefilterte Sensorwert (y_{ff}) dem Ausgang (y) der zu regelnden Strecke (G)

entspricht, wenn die entsprechenden dynamischen Stellerwerte (u_{ff}) am Eingang der zu regelnden Strecke (G) wirken.

5. Reglerstruktur (RS) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Rückführ-Regelungs-Modul (R_{fb}) zumindest einen ersten Eingang (E_{fb1}) für zumindest einen dynamischen Stellerwert (u_{ff}), zumindest einen zweiten Eingang (E_{fb2}) für zumindest einen gefilterten Sollwert (y_{ff}), zumindest einen dritten Eingang (E_{fb3}) für zumindest einen korrigierten Sensorwert (y_{nsat}) und zumindest einen Ausgang (A_{fb}) für zumindest ein unbegrenztes Stellersignal (u_c) aufweist, wobei das Rückführ-Regelungs-Modul (R_{fb}) ausgebildet ist, um – bei einer Abweichung zwischen dem erwarteten gefilterten Sensorwert (y_{ff}) und einem korrigierten Sensorwert an (y_{nsat}) - ein unbegrenztes Stellersignal (u_c) zu liefern, welches sich aus einem momentanen Vorsteuerwert (u_{diff}) und einem Rückführanteil zur Korrektur der Abweichung zusammensetzt.
6. Reglerstruktur (RS) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Anti-Windup-Modul (R_{aw}) zumindest einen ersten Eingang (E_{aw1}) für zumindest ein unbegrenztes Stellersignal (u_c), zumindest einen zweiten Eingang (E_{aw2}) für zumindest ein zeitkompensierten Sensorwert (y_{nd}), zumindest einen dritten Eingang (E_{aw3}) für zumindest eine Stellerbegrenzung (u_{lim}), zumindest einen ersten Ausgang (A_{aw1}) für ein Stellerwert (u_{sat}) und zumindest einen zweiten Ausgang für zumindest einen korrigierten Stellerwert (y_{nd}) aufweist, wobei das Anti-Windup-Modul (R_{aw}) ausgebildet ist, um aus zumindest einem unbegrenzten Stellersignal (u_c), zumindest einer Stellerbegrenzung (u_{lim}) und zumindest einem totzeitkompensierten Sensorwert (y_{nd}), zumindest einen begrenzten Stellerwert (u_{sat}) und zumindest einen um den Anteil der Stellerbegrenzung (u_{lim}) korrigierten Sensorwert (y_{nsat}) zu ermitteln.
7. Reglerstruktur (RS) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Totzeit-Kompensations-Modul (R_{del}) zumindest einen ersten Eingang (E_{del1}) für zumindest eine Sensorgröße (y) und zumindest einen ersten Ausgang (A_{del1}) für zumindest einen totzeitkompensierten Sensorwert (y_{nd}) aufweist, wobei das Totzeit-Kompensations-Modul (R_{del}) ausgebildet ist, um vorzugsweise nach dem Prinzip eines Smith-Prädiktors aus

12

zumind~~est~~ einer Sensorgröße (y) zumind~~est~~ einen totzeitkompensierten Sensorwert (y_{nd}) zu ermitteln.

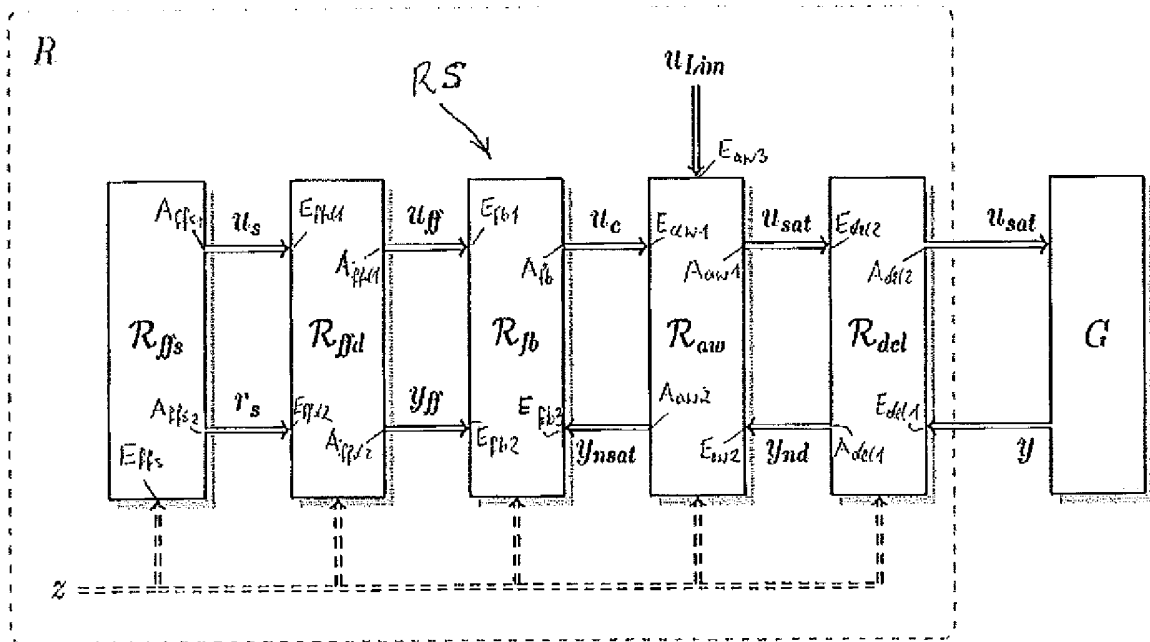
8. Reglerstruktur (RS) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Totzeit-Kompensations-Modul (R_{del}) zumind~~est~~ einen zweiten Eingang (E_{del2}) und zumind~~est~~ einen zweiten Ausgang (A_{del2}) für zumind~~est~~ einen begrenzten Stellerwert (u_{sat}) aufweist, wobei vorzugsweise das Totzeit-Kompensations-Modul (R_{del}) ausgebildet ist, um den begrenzten Stellerwert (u_{sat}) unverändert durchzuschleusen.
9. Reglerstruktur (RS) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass in zumind~~est~~ zwei der Module (R_{ffs} , R_{ffd} , R_{fb} , R_{aw} , R_{del}) gemeinsame Parameter verwendet werden.
10. Reglerstruktur (RS) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Reglerstruktur (RS) in einen Regleralgorithmus (R) implementiert ist.

2011 11 03
Fu/St

Patentanwalt
Dipl.-Ing. Mag. Michael Baber
A-1150 Wien, Mariahilfer Gürtel 39/1
Tel.: (+43 1) 892 89 33-0 Fax: (+43 1) 622 89 323
e-mail: muennich@patent.at



01124



(n e u e) P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Reglerstruktur (RS), insbesondere für eine Motorsteuerung für Fahrzeuge, mit als modulares System ausgebildeten Funktionseinheiten, wobei mehrere Funktionseinheiten über Schnittstellen zu einer Einheit zusammenfassbar sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Reglerstruktur (RS) als Funktionseinheiten zumindest ein statisches Vorsteuermodul (R_{ffs}) und zumindest ein Modul aus der Gruppe dynamisches Vorsteuermodul (R_{ffd}), Rückführ-Regelungs-Modul (R_{fb}), Anti-Windup-Modul (R_{aw}) und Totzeit-Kompensations-Modul (R_{del}) aufweist.
2. Reglerstruktur (RS) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das statische Vorsteuermodul (R_{ffs}) zumindest einen Eingang (E_{ffs}) für zumindest einen momentanen Betriebspunkt (z), zumindest einen ersten Ausgang (A_{ffs1}) für zumindest einen vom momentanen Betriebspunkt abhängigen statischen Stellerwert (u_s) und zumindest einen zweiten Ausgang (A_{ffs2}) für zumindest einen entsprechenden notwendigen statischen Sollwert (r_s) aufweist, wobei der statische Vorsteuermodul (R_{ffs}) ausgebildet ist, um zumindest einen statischen Sollwert (r_s) und zumindest einen entsprechenden notwendigen statischen Stellerwert (u_s) in Abhängigkeit des momentanen Betriebspunktes (z) zu ermitteln.
3. Reglerstruktur (RS) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das dynamische Vorsteuermodul (R_{ffd}) zumindest einen ersten Eingang (E_{ffd1}) für zumindest einen statischen Stellerwert (u_s), zumindest einen zweiten Eingang (E_{ffd2}) für zumindest einen statischen Sollwert (r_s), zumindest einen ersten Ausgang (A_{ffd1}) für zumindest einen dynamischen Stellerwert (u_{ff}), und zumindest einen zweiten Ausgang (A_{ffd2}) für zumindest einen gefilterten Sensorwert (y_{ff}) aufweist, wobei das dynamische Vorsteuermodul (R_{ffd}) ausgebildet ist, um aus zumindest einem statischen Stellerwert (u_s) und zumindest einem statischen Sollwert (r_s) zumindest einen dynamischen Stellerwert (u_{ff}) und zumindest einen gefilterten Sensorwert (y_{ff}) zu ermitteln.
4. Reglerstruktur nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der gefilterte Sensorwert (y_{ff}) dem Ausgang (y) der zu regelnden Strecke (G)

entspricht, wenn die entsprechenden dynamischen Stellerwerte (u_{ff}) am Eingang der zu regelnden Strecke (G) wirken.

5. Reglerstruktur (RS) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Rückführ-Regelungs-Modul (R_{fb}) zumindest einen ersten Eingang (E_{fb1}) für zumindest einen dynamischen Stellerwert (u_{ff}), zumindest einen zweiten Eingang (E_{fb2}) für zumindest einen gefilterten Sollwert (y_{ff}), zumindest einen dritten Eingang (E_{fb3}) für zumindest einen korrigierten Sensorwert (y_{nsat}) und zumindest einen Ausgang (A_{fb}) für zumindest ein unbegrenztes Stellersignal (u_c) aufweist, wobei das Rückführ-Regelungs-Modul (R_{fb}) ausgebildet ist, um – bei einer Abweichung zwischen dem erwarteten gefilterten Sensorwert (y_{ff}) und einem korrigierten Sensorwert an (y_{nsat}) – ein unbegrenztes Stellersignal (u_c) zu liefern, welches sich aus einem momentanen Vorsteuerwert (u_{diff}) und einem Rückführanteil zur Korrektur der Abweichung zusammensetzt.

6. Reglerstruktur (RS) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Anti-Windup-Modul (R_{aw}) zumindest einen ersten Eingang (E_{aw1}) für zumindest ein unbegrenztes Stellersignal (u_c), zumindest einen zweiten Eingang (E_{aw2}) für zumindest ein zeitkompensierten Sensorwert (y_{nd}), zumindest einen dritten Eingang (E_{aw3}) für zumindest eine Stellerbegrenzung (u_{lim}), zumindest einen ersten Ausgang (A_{aw1}) für ein Stellerwert (u_{sat}) und zumindest einen zweiten Ausgang für zumindest einen korrigierten Stellerwert (y_{nd}) aufweist, wobei das Anti-Windup-Modul (R_{aw}) ausgebildet ist, um aus zumindest einem unbegrenzten Stellersignal (u_c), zumindest einer Stellerbegrenzung (u_{lim}) und zumindest einem totzeitkompensierten Sensorwert (y_{nd}), zumindest einen begrenzten Stellerwert (u_{sat}) und zumindest einen um den Anteil der Stellerbegrenzung (u_{lim}) korrigierten Sensorwert (y_{nsat}) zu ermitteln.

7. Reglerstruktur (RS) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Totzeit-Kompensations-Modul (R_{del}) zumindest einen ersten Eingang (E_{del1}) für zumindest eine Sensorgröße (y) und zumindest einen ersten Ausgang (A_{del1}) für zumindest einen totzeitkompensierten Sensorwert (y_{nd}) aufweist, wobei das Totzeit-Kompensations-Modul (R_{del}) ausgebildet ist, um vorzugsweise nach dem Prinzip eines Smith-Prädiktors aus

zumindest einer Sensorgröße (y) zumindest einen totzeitkompensierten Sensorwert (y_{nd}) zu ermitteln.

8. Reglerstruktur (RS) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Totzeit-Kompensations-Modul (R_{del}) zumindest einen zweiten Eingang (E_{del2}) und zumindest einen zweiten Ausgang (A_{del2}) für zumindest einen begrenzten Stellerwert (u_{sat}) aufweist, wobei vorzugsweise das Totzeit-Kompensations-Modul (R_{del}) ausgebildet ist, um den begrenzten Stellerwert (u_{sat}) unverändert durchzuschleusen.
9. Reglerstruktur (RS) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass in zumindest zwei Modulen aus der Gruppe statisches Vorsteuermodul (R_{fs}), dynamisches Vorsteuermodul (R_{fd}), Rückführ-Regelungs-Modul (R_{fb}), Anti-Windup-Modul (R_{aw}) und Totzeit-Kompensations-Modul (R_{del}) gemeinsame Parameter verwendet werden.
10. Reglerstruktur (RS) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Reglerstruktur (RS) in einen Regleralgorithmus (R) implementiert ist.

2013 01 08

Fu/Bt

NACHGEREICHT

Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC: G05B 13/02 (2006.01); F02D 41/14 (2006.01); F02D 43/00 (2006.01)
Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß ECLA: G05B 13/02; F02D 41/14B; F02D 43/00
Recherchierter Prüfstoﬀ (Klassifikation): F02D, G05B
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC; WPI; TXTnn; NPL; Internet: Google Scholar

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 3. November 2011 eingereichten Ansprüchen 1 - 10 erstellt.

Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	WO 2003056427 A2 (ROBERT BOSCH GMBH) 10. Juli 2003 (10.07.2003) Zusammenfassung; Figur 2 und zugehörige Beschreibung.	1 - 10
A	EP 0507072 A2 (ROBERT BOSCH GMBH) 07. Oktober 1992 (07.10.1992) Zusammenfassung; Beschreibung Spalten 1 - 16; Figuren 1 - 4.	1 - 10
A	WO 2008034453 A1 (DAIMLER AG, FORD GLOBAL TECHNOLOGIES, LLC) 27. März 2008 (27.03.2008) Zusammenfassung; Figur 1 und zugehörige Beschreibung.	1 - 10

Datum der Beendigung der Recherche: 29. Oktober 2012	<input type="checkbox"/> Fortsetzung siehe Folgeblatt	Prüfer(in): WALTER P.
---	---	--------------------------

¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente:	
X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.	A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert.
Y Veröffentlichung von Bedeutung: der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.	P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde.
	E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
	& Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.