(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 43 20 478 B4** 2007.11.15

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **P 43 20 478.3**
(22) Anmeldetag: **21.06.1993**
(43) Offenlegungstag: **22.12.1994**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **15.11.2007**

(51) Int Cl.[8]: ***B60K 28/16*** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten(§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

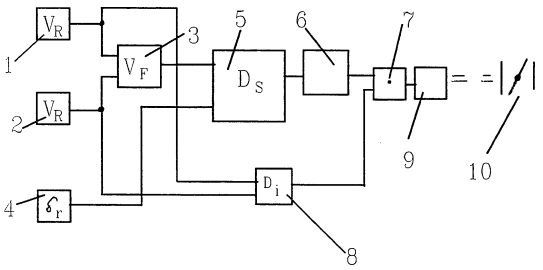
(73) Patentinhaber:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Brachert, Jost, Dipl.-Ing., 71254 Ditzingen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
DE 38 19 474 C1
DE 35 45 715 C2
DE 41 40 239 A1
DE 41 23 232 A1

(54) Bezeichnung: **Fahrstabilitätsregler**

(57) Hauptanspruch: Fahrstabilitätsregler für ein Kraftfahrzeug, wobei der Fahrstabilitätsregler enthält
Mittel (1, 2), mit denen die Geschwindigkeiten für die gelenkten Räder ermittelt werden,
Mittel (8), mit denen die Istdifferenz der Geschwindigkeiten der gelenkten Räder ermittelt wird,
Mittel (3), mit denen die Fahrzeuggeschwindigkeit ermittelt wird,
Mittel (4), mit denen der Lenkwinkel ermittelt wird,
Mittel (5), mit denen mit Hilfe eines Einspurmodells eine Solldifferenz für die Geschwindigkeiten der gelenkten Räder in Abhängigkeit des Lenkwinkels und der Fahrzeuggeschwindigkeit ermittelt wird,
ein Allpaßfilter (6), mit dem die Phase der Solldifferenz verschoben wird,
Mittel (7), mit denen die Abweichung zwischen der Istdifferenz und der phasenverschobenen Solldifferenz ermittelt wird, und
Mittel (9), mit denen in Abhängigkeit der Abweichung das Motormoment beeinflußt wird.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Fahrstabilitätsregler sind bereits aus dem Stand der Technik bekannt.

[0002] Aus der DE 35 45 715 C2 ist eine Einrichtung zur Vortriebsregelung an Kraftfahrzeugen im Sinne der Einhaltung stabiler Fahrzustände bekannt. Dabei wird der Bewegungszustand der Fahrzeugräder mit Sensoren ermittelt. Weiter werden durch Vorrichtungen die Fahrzeuggeschwindigkeit und der Lenkwinkel ermittelt. Die Ausgangssignale der Sensoren und Vorrichtungen werden in einer Elektronikeinheit zu Steuersignalen für die Bremsen der Räder und/oder für ein Leistungsstellglied des Fahrzeugmotors verarbeitet. Eine Recheneinheit, welcher als Eingangsgrößen der Lenkwinkel und die Fahrzeuggeschwindigkeit zugeführt werden, ist dazu vorgesehen, daraus ein Ausgangssignal für einen Sollwert oder für Toleranzgrenzwerte für die Differenz der Vorderraddrehzahlen zu erzeugen. Weiter ist eine Messeinheit vorgesehen, welcher als Eingangsgrößen die Drehzahlsignale der Vorderräder zugeführt werden und welche daraus ein Ausgangssignal für den Istwert der Differenz der Vorderraddrehzahlen ermittelt. In einer Vergleichseinheit, welcher als Eingangssignale die Ausgangssignale der Recheneinheit und der Messeinheit zugeführt werden, werden die Steuersignale für die Bremsen und/oder ein Leistungsstellglied erzeugt.

[0003] In der DE 41 40 239 A1 werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erzeugung eines für die Querbewegung eines Fahrzeugs repräsentativen Signals beschrieben. Dazu werden Signale, welche die Drehzahldifferenz wenigstens zweier Räder wenigstens einer Achse repräsentieren sowie Signale, welche die Fahrzeuggeschwindigkeit repräsentieren, durch ein nichtlineares Kennfeld verknüpft. Somit gelangt man zu Signalen, welche die Querbewegungen, insbesondere die Querbeschleunigung, des Fahrzeugs wiedergeben. Hierdurch können nichtlineare Effekte wie die Ausfederung der kurveninneren Reifen oder die Einfederung der kurvenäußeren Reifen berücksichtigt werden.

[0004] Aus der DE 38 19 474 C1 ist ein Verfahren für eine Vortriebsregelung an Kraftfahrzeugen bekannt, welches eine Annäherung des Fahrzeugs an den Beschleunigungsgrenzwert unabhängig vom Zustand der Beladung, der Reifen, der Fahrbahn usw. erkennt, indem ein Messwert für die Querbeschleunigung, die Giergeschwindigkeit oder die Differenz der Vorderradraddrehzahlen mit einem mittels einer Rechenformel ermittelten Rechenwert verglichen wird. Dabei wird dieser Rechenwert in einem Filter phasenverzögert und in einer ersten Korrektureinheit korrigiert.

[0005] Aus der DE 41 23 232 A1 ist ein Verfahren zur Verhinderung von Instabilitäten des Fahrverhaltens eines Fahrzeugs bekannt. Dabei wird aus der Fahrzeuglängsgeschwindigkeit und dem Lenkradwinkel über ein lineares Einspurmodell eine vom Fahrzeugführer gewünschte Gierwinkelgeschwindigkeit ermittelt.

[0006] Bei derartigen Fahrzeugreglern, die die Fahrzeugquerdynamik regeln sollen, muß die tatsächliche Fahrzeugbewegung mit der gewünschten Bewegung verglichen werden. Dazu wird der Fahrerwunsch durch Messung des Lenkwinkels ermittelt. Die gewünschte Fahrzeugbewegung (Giergeschwindigkeit) wird dann mit Hilfe der gemessenen Fahrzeuggeschwindigkeit durch ein lineares Einspurmodell ermittelt. Das lineare Einspurmodell besteht aus zwei Differentialgleichungen:

$$\dot{\beta} = \frac{c_v}{m_g v}\,\delta_r + \frac{c_h}{m_g v}\,\delta_h + \left(\frac{c_h l_h - c_v l_v}{m_g v^2} - 1\right)\dot{\psi}$$

$$- \frac{c_v + c_h}{m_g v} \cdot \beta$$

$$\psi'' = \frac{c_v l_v}{\Theta_z}\delta_r - \frac{c_h l_h}{\Theta_z}\delta_h - \frac{c_v l_v^2 + c_h l_h^2}{\Theta_z v}\psi' + \frac{c_h l_h - c_v l_v}{\Theta_z}\beta$$

[0007] Hierin bedeuten:

ψ'	Giergeschwindigkeit
β	Schwimmwinkel
v	Fahrzeuggeschwindigkeit
δ_h	Radlenkwinkel hinten
δ_r	Radlenkwinkel vorn
δ	Lenkradwinkel
Θ_z	Trägheitsmoment um die Hochachse
l_v	Schwerpunktabstand vorn
l_h	Schwerpunktabstand hinten
m_g	Gesamtmasse
c_v	Schräglaufsteife vorn
c_h	Schräglaufsteife hinten

[0008] Daraus folgt die (Gier-)Übertragungsfunktion:

$$\frac{\dot{\psi}}{\delta_r} = \frac{s\,(c_v l_v - c_h l_h f_h) + (c_h l_h - c_v l_v)\frac{(c_v + c_h f_h)}{m_g * v} + \frac{(c_v + c_h)(c_v l_v - c_h l_h f_h)}{m_g * v}}{s^2\Theta_z + s\,\frac{c_v l_v^2 + c_h l_h^2 + (c_v + c_h)\Theta_z / m_g}{v} + \frac{c_v c_h (l_v + l_h)^2}{m_g * v^2} + c_h l_h - c_v l_v}$$

wenn $\delta_h = f_h \cdot \delta_r$ ist. f_h stellt den Zusammenhang zwischen VA-Radlenkwinkel δ_r und HA-Lenkwinkel δ_h her. Ohne Hinterachslenkung ist $\delta_h = 0$.

[0009] Alternativ zur Giergeschwindigkeit ψ'. kann auch die Differenz der Geschwindigkeit der Räder der nicht angetriebenen Achse ausgenutzt werden, wobei der Istwert gemessen und der Sollwert über das Einspurmodell ermittelt wird.

[0010] Der Frequenzgang der Gierübertragungsfunktion des linearen Einspurmodells hat für hohe Frequenzen eine Phasenverschiebung von –Π/2. Tatsächliche Fahrzeuge weisen hier eine Phasenverschiebung von ca. –Π auf (durch zusätzliche Elastizitäten im Fahrwerk und durch die Reifenerholungslänge).

[0011] Da sich die Phasenverschiebung des linearen Einspurmodells von der des tatsächlichen Fahrzeugs unterscheidet, kommt es bei dynamischen Manövern (schnelle Spurwechsel, Abbiegevorgänge) bei der Berechnung des Sollwerts zu einem Phasenfehler. Der Sollwert ist zu früh auf einem Wert, auf den das Fahrzeug bis dahin noch nicht folgen konnte. Dadurch wird fälschlicherweise eine Abweichung von Soll- und Istbewegung beobachtet und eine unberechtigte Regelung (z.B. Motorleistungsreduzierung) eingeleitet.

[0012] Um diese Differenz auszugleichen, wurden bei einer internen Entwicklung bisher die Sollwerte der letzten 200 ms in einem Ringbuffer gespeichert. Zur Ermittlung der Regelabweichung wurde der Ringbuffer nach dem Sollwert abgesucht, der zum Istwert die kleinste Differenz aufwies. Als Regelabweichung wurde nun diese Differenz benutzt. Unter bestimmten Umständen wurde durch diese Vorgesehensweise die Regelabweichung zu klein, so daß in diesen Fällen die Phasenkompensation verhindert werden mußte. Dadurch kam es zu

Sprüngen im Verlauf der Regelabweichung.

Vorteile der Erfindung

[0013] Durch die Erfindung entfällt der RAM-intensive Ringbuffer ebenso wie das Programm zur Ablaufsteuerung dieses Ringbuffers. Das Programm zur Realisierung des Allpasses ist vergleichsweise kleiner. Die Sprünge im Signal der Regelabweichung durch das Verbot der Phasenkompensation entfallen.

[0014] Das dem linearen Einspurmodell zur Phasenkompensation nachgeschaltete Allpaßglied ändert die Phase der Übertragungsfunktion ohne die Amplitude zu beeinflussen:
Die Übertragungsfunktion lautet:

$$H = \frac{c - jw}{c + jw}$$

[0015] Daraus folgt z.B. die diskrete Realisierung:

$$out = a1 \cdot in + a2 \cdot (out + in1)$$

$$in1 = in$$

mit $$a1 = -(1 - dt \cdot c)/(1 + dt \cdot c)$$

$$a2 = 1/(1 + dt \cdot c)$$

Figurenbeschreibung

[0016] Anhand der Zeichnung wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung erläutert. Es zeigen **Fig. 1** ein Blockschaltbild, **Fig. 2** Diagramme der Übertragungsfunktion H.

[0017] Mit **1** und **2** sind den Vorderrädern zugeordnete Radgeschwindigkeitssensoren bezeichnet. Aus ihnen wird in einem Block **3** die Fahrzeuggeschwindigkeit v_F (Referenzgeschwindigkeit) in bekannter Weise gebildet. Mit **4** ist ein Lenkwinkelsensor δ_r bezeichnet. Die Größen v_F und δ_r werden einer Sollwertvorgabe **5** zugeführt, die mittels des linearen Einspurmodells aus den zugeführten Größen entweder die gewünschte Giergeschwindigkeit oder, wie im Beispiel angenommen, als Sollwert die gewünschte Differenz der Vorderradgeschwindigkeiten ermittelt. Der Sollwertvorgabe **5** ist ein Allpaß **6** nachgeschaltet. Das Einspurmodell der Sollwertvorgabe **5** hat in der Amplitude |H| das in **Fig.** 2a dargestellte Übertragungsverhalten und im Phasenwinkel ∢ H das in **Fig.** 2b mit A bezeichnete Übertragungsverhalten. Das Phasenwinkelübertragungsverhalten des Fahrzeugs zeigt die Kurve B. Durch den nachgeschalteten Allpaß **1**. Ordnung wird das Phasenverhalten des Einspurmodells in das Verhalten gemäß der Kurve geändert.

[0018] In einem Differenzbildner **8** wird die Ist-Differenz D_i der Geschwindigkeitswerte gebildet, die mit dem aus dem Allpaß **6** kommende Sollwert D_S in einem Vergleicher **7** verglichen wird. Die entstehende Differenz ist die Regelabweichung die einem Regler mit Stellglied **9** zur Verstellung einer Drosselklappe **10** zugeführt wird.

[0019] Wird die Differenz von Giergeschwindigkeit Ist-und-Sollwert gebildet, so tritt lediglich an die Stelle des Differenzbildners **8** ein Giergeschwindigkeitssensor, dessen Istwert mit dem Sollwert aus der Sollwertvorgabe **5** und Allpaß **6** verglichen wird.

Patentansprüche

1. Fahrstabilitätsregler für ein Kraftfahrzeug, wobei der Fahrstabilitätsregler enthält
Mittel (**1**, **2**), mit denen die Geschwindigkeiten für die gelenkten Räder ermittelt werden,
Mittel (**8**), mit denen die Istdifferenz der Geschwindigkeiten der gelenkten Räder ermittelt wird,
Mittel (**3**), mit denen die Fahrzeuggeschwindigkeit ermittelt wird,
Mittel (**4**), mit denen der Lenkwinkel ermittelt wird,
Mittel (**5**), mit denen mit Hilfe eines Einspurmodells eine Solldifferenz für die Geschwindigkeiten der gelenkten Räder in Abhängigkeit des Lenkwinkels und der Fahrzeuggeschwindigkeit ermittelt wird,
ein Allpaßfilter (**6**), mit dem die Phase der Solldifferenz verschoben wird,

Mittel (**7**), mit denen die Abweichung zwischen der Istdifferenz und der phasenverschobenen Solldifferenz ermittelt wird, und
Mittel (**9**), mit denen in Abhängigkeit der Abweichung das Motormoment beeinflußt wird.

2. Fahrstabilitätsregler für ein Kraftfahrzeug, wobei der Fahrstabilitätsregler enthält
Mittel (**8**), mit denen die Istgiergeschwindigkeit des Fahrzeuges ermittelt wird,
Mittel (**3**), mit denen die Fahrzeuggeschwindigkeit ermittelt wird,
Mittel (**4**), mit denen der Lenkwinkel ermittelt wird,
Mittel (**5**), mit denen mit Hilfe eines Einspurmodells eine Sollgiergeschwindigkeit in Abhängigkeit des Lenkwinkels und der Fahrzeuggeschwindigkeit ermittelt wird,
ein Allpaßfilter (**6**), mit dem die Phase der Sollgiergeschwindigkeit verschoben wird,
Mittel (**7**), mit denen die Abweichung zwischen der Istgiergeschwindigkeit und der phasenverschobenen Sollgiergeschwindigkeit ermittelt wird, und
Mittel (**9**), mit denen in Abhängigkeit der Abweichung das Motormoment beeinflußt wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

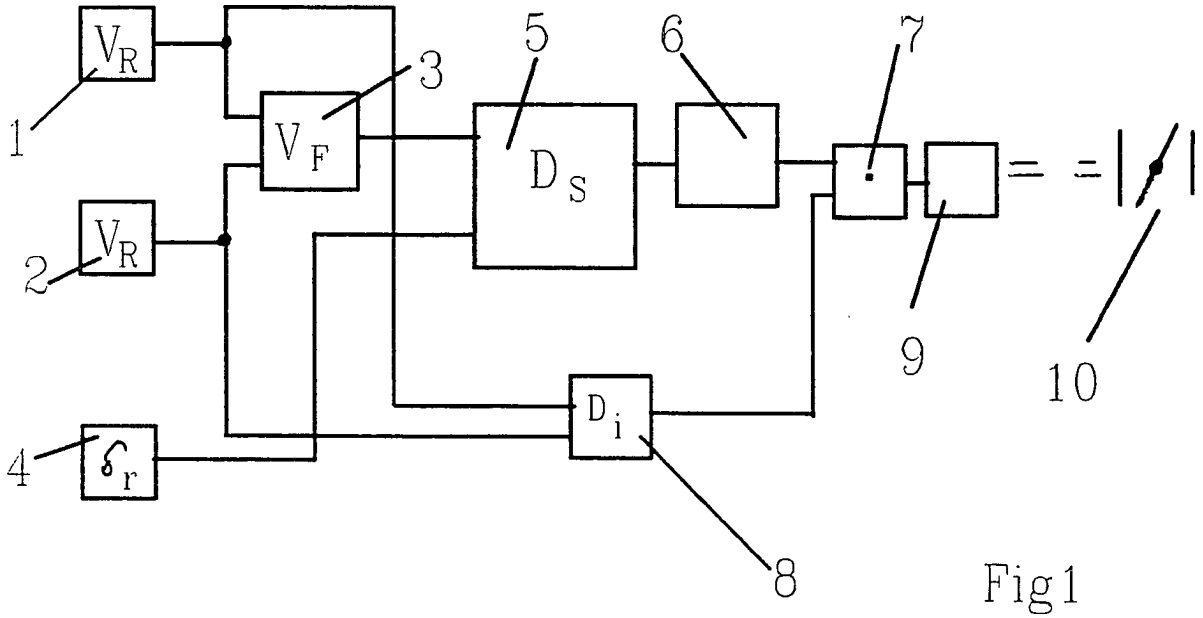


Fig1

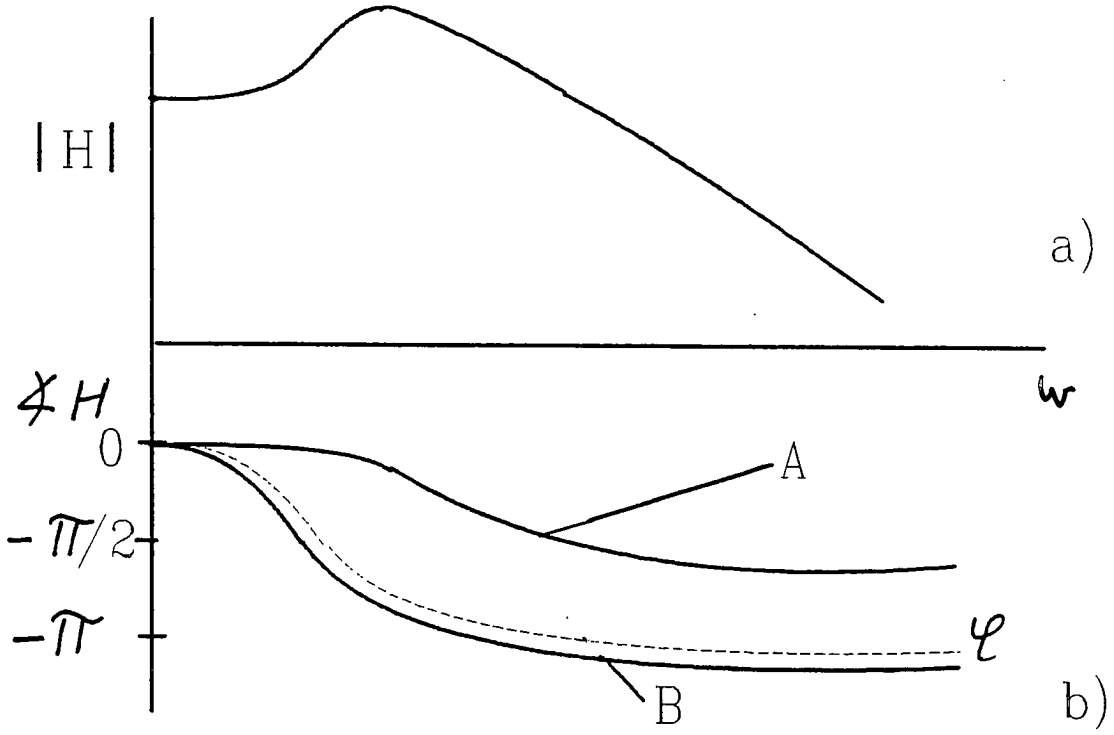


Fig2