



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

(10) **DE 102 44 070 A1** 2004.03.11

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **102 44 070.0**  
 (22) Anmeldetag: **06.09.2002**  
 (43) Offenlegungstag: **11.03.2004**

(51) Int Cl.7: **B62D 6/00**

(71) Anmelder:  
**Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE**

(74) Vertreter:  
**Patentanwälte Effert, Bressel und Kollegen, 12489 Berlin**

(72) Erfinder:  
**Kwasny, Olaf, 38229 Salzgitter, DE; Wahnschaffe, Klaus, 38444 Wolfsburg, DE; Manz, Holger, 38173 Sickinge, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

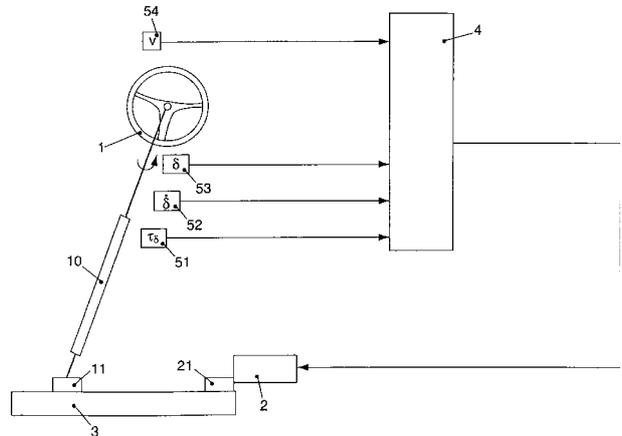
**DE 43 32 040 C2**  
**DE 41 36 338 C2**  
**DE 41 34 850 C2**  
**DE 198 41 710 A1**  
**DE 195 39 088 A1**  
**DE 38 25 885 A1**  
**DE 38 22 171 A1**  
**DE 38 11 214 A1**  
**DE 692 17 538 T2**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zur Lenkunterstützung für Fahrzeuge mit elektromechanischer Lenkung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren für eine Lenkunterstützung für Fahrzeuge mit elektromechanischer Lenkung, wobei lenkbare Fahrzeugräder sowohl mit einem Lenkmittel (1) als auch mit einem elektrischen Servomotor (2) antreibend verbunden sind, ein Unterstützungswinkel und/oder ein Unterstützungsmoment durch den Servomotor (2) aufgebracht wird, der Unterstützungswinkel ( $\delta_K$ ) und/oder das Unterstützungsmoment mindestens aus einem Langzeitkorrekturwert ( $\delta_{LK}$ ) für eine Langzeitkorrektur (41) und/oder einem Kurzzeitkorrekturwert ( $\delta_{KK}$ ) für eine Kurzzeitkorrektur (42) gebildet wird und die Langzeitkorrektur (41) und/oder die Kurzzeitkorrektur (42) fahrsituationsabhängig zu- und/oder abgeschaltet werden.



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren für eine Lenkunterstützung für Fahrzeuge mit elektromechanischer Lenkung.

[0002] Fahrbanneigenschaften oder Veränderungen des Fahrzeugs, beispielsweise aufgrund von Reifenverschleiß, können zu einem Schiefziehen des Fahrzeugs führen, derart daß das Fahrzeug zu einer Seite zieht. Das Schiefziehen kann durch eine kurzweilig anliegende Fahrsituation bedingt sein oder aufgrund von Veränderungen des Fahrzeugs längerfristig die Geradeausfahrt beeinträchtigen. Um einem Schiefziehen entgegenzuwirken, muß von dem Fahrer ein anhaltendes Lenkmoment aufgebracht werden.

## Stand der Technik

[0003] Aus der DE 697 05 365 T2 ist eine Lenkwinkelkorrektur für ein Servolenksystem bekannt, durch welche ein Fahrer bei der Geradeausfahrt des Fahrzeugs unterstützt wird. Hierfür werden ein Lenkwinkel und ein Lenkmoment einem Regler zugeführt. Der Regler ermittelt daraus notwendige Ventileinstellungen, um dem Schiefziehverhalten entgegen zu wirken. Der Regler reagiert auf einen anliegenden Lenkwinkel und ein anliegendes Lenkmoment ohne Berücksichtigung der aktuellen Fahrsituation.

## Aufgabenstellung

[0004] Der Erfindung liegt daher das technische Problem zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur fahrsituationsabhängigen Lenkunterstützung für Fahrzeuge mit elektromechanischer Lenkung zu schaffen, welche ein variables Schiefziehverhalten des Fahrzeugs korrigieren.

[0005] Die Lösung des Problems ergibt sich durch die Gegenstände mit den Merkmalen der Ansprüche 1 und 6. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0006] Der Unterstützungswinkel und/oder das Unterstützungsmoment wird mindestens aus einem Langzeitkorrekturwert für eine Langzeitkorrektur und/oder einem Kurzzeitkorrekturwert für eine Kurzzeitkorrektur gebildet, wobei ein Differenzwinkel zwischen einem Lenkwinkel und einer Geradeausfahrt erfaßbar ist und mindestens ein Korrekturwert mindestens in Abhängigkeit des Differenzwinkels erlernbar ist, und die Langzeitkorrektur und/oder die Kurzzeitkorrektur fahrsituationsabhängig zu- und/oder abgeschaltet werden, wobei die Fahrsituation in einem Rechenmittel mindestens aus dem Lenkwinkel, der Lenkwinkelgeschwindigkeit und/oder der Fahrzeuggeschwindigkeit ermittelt wird. Die Langzeitkorrektur und die Kurzzeitkorrektur dienen als Geradeauslaufkorrektur, durch die das Schiefziehen eines Fahrzeuges unter verschiedenen Randbedingungen vermeidbar ist. Das Schiefziehen des Fahrzeuges kann

beispielsweise hervorgerufen werden durch einen falsch kalibrierten Lenkwinkelsensor, einen Reifenverschleiß oder eine Fahrbahnneigung. Die Langzeitkorrektur dient dazu, ein schleichendes Schiefziehen zu kompensieren. Ein kurzweiliges Schiefziehen soll durch die Kurzzeitkorrektur ausgeglichen werden. Die Korrekturwerte werden erlernt, d.h. der Langzeitkorrekturwert und der Kurzzeitkorrekturwert sind nicht konstant, sondern werden selbsttätig an veränderte Situationen angepaßt. Aus Sicherheitsgründen ist eine Geradeauslaufkorrektur in vielen Fahrzeugen nur bei geringen Fahrgeschwindigkeiten und nur für kleine Differenzwinkel, beispielsweise unter  $10^\circ$ , zugeschaltet. Eine zugeschaltete Geradeauskorrektur ist fahrsituationsabhängig wieder deaktivierbar. Ein Arbeitsbereich für die Kurzzeitkorrektur ist dabei zu meist geringer als ein Arbeitsbereich die Langzeitkorrektur.

[0007] In einer weiteren Ausführungsform wird die Geradeausfahrt durch den Langzeitkorrekturwert abgebildet. Ein erlernter Langzeitkorrekturwert spiegelt einen notwendigen Unterstützungswinkel für eine Geradeausfahrt wieder. Er ist daher als Maß für eine Geradeausfahrt verwertbar.

[0008] In einer bevorzugten Ausführungsform wird mindestens die Langzeitkorrektur deaktiviert, wenn die Lenkwinkelgeschwindigkeit einen Schwellwert überschreitet und/oder wenn der Differenzwinkel über einen festgelegten Zeitraum einen Schwellwert überschreitet. Dadurch wird eine Reaktion auf stark niederfrequente Lenkradschwankungen und/oder eine Langzeitkorrektur bei einer langgezogenen Kurvenfahrt vermieden.

[0009] In einer weiteren Ausführungsform wird der Korrekturwert der Langzeitkorrektur durch einen Integrator ermittelt, wobei ein Initialwert des Integrators abgespeichert ist, beispielsweise in einem EEPROM. Ein beispielsweise mittels einer Langzeitkorrektur erlernter Korrekturwert für eine Geradeauskorrektur ist in einem geeigneten Speichermedium, beispielsweise eine EEPROM, ablegbar und steht so für spätere Fahrten mit dem Fahrzeug wieder zur Verfügung. Der gespeicherte und/oder ermittelte Korrekturwert ist somit ein Erwartungswert für einen Lenkwinkel bei einer Geradeausfahrt. Der Differenzwinkel zwischen der Geradeausfahrt und dem Lenkwinkel kann aus der Differenz zwischen dem Erwartungswert und dem Lenkwinkel ermittelt werden. Lag bislang kein Schiefziehen vor, so ist der Korrekturwert Null. Durch einen konstanten Faktor ist eine Korrektur- oder Lerngeschwindigkeit bei der Integration anpaßbar. Der Korrekturwert ist durch eine Begrenzung beschränkt.

[0010] In einer weiteren Ausführungsform wird der Korrekturwert der Kurzzeitkorrektur durch einen Integrator ermittelt, wobei ein Initialwert des Integrators Null ist und der Integrator mindestens in Abhängigkeit eines Korrekturwertes der Geradeauskorrektur und/oder der Lenkwinkelgeschwindigkeit auf den Initialwert rücksetzbar ist. Eine Kurzzeitkorrektur ist beispielsweise bei einem Übergang von einer geneigten

Strasse auf eine gerade Strasse notwendig. Keine Kurzzeitkorrektur soll dagegen bei einem fahrsituationsbedingten Lenkeingriff vorgenommen werden. Ein derartiger Lenkeingriff wird durch eine hohe Winkelgeschwindigkeit erkannt, beispielsweise über 500°/s. Eine Kurvenfahrt ist beispielsweise durch hohe Korrekturwerte erkennbar. Um eine Anpassung auf die durch den Lenkeingriff und/oder nach einer Kurvenfahrt veränderte Situation zu erreichen, führen derartige Fahrsituationen zu einem Rücksetzen des Korrekturwertes auf einen Startwert.

#### Ausführungsbeispiel

[0011] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Die Figuren zeigen:

[0012] **Fig. 1** eine Prinzipdarstellung einer elektromechanischen Lenkung mit Lenkunterstützung und

[0013] **Fig. 2** eine Geradeauslaufkorrektur.

[0014] **Fig. 1** zeigt eine Prinzipdarstellung einer elektromechanischen Lenkung mit Lenkunterstützung, umfassend ein als Lenkrad ausgebildetes Lenkmittel **1** und einen Servomotor **2**, die über Getriebe **11**, **21** mit einer Zahnstange **3** verbunden sind. Die Zahnstange **3** ist über eine nicht dargestellte bekannte Lenkverbindung steuerbar mit ebenfalls nicht dargestellten lenkbaren Rädern eines Fahrzeugs verbunden. Das Lenkmittel **1** ist über einen Drehstab **10**, und das Getriebe **11** mit der Zahnstange **3** wirkverbunden. Für eine Lenkunterstützung wird zusätzlich durch den Servomotor **2** ein in einer Recheneinheit **4** ermitteltes Unterstützungsmoment aufgebracht. Das Unterstützungsmoment wird in Abhängigkeit einer Fahrsituation des Fahrzeugs ermittelt. Die Fahrsituation ist durch Fahrgeschwindigkeit  $v$ , Lenkwinkel  $\delta$ , Lenkwinkelgeschwindigkeit  $\dot{\delta}$  und Lenkmoment  $\tau_{\delta}$  beschreibbar. Das Lenkmoment  $\tau_{\delta}$ , die Lenkwinkelgeschwindigkeit  $\dot{\delta}$  und der Lenkwinkel  $\delta$  werden durch Sensoreinheit **51** – **53** erfaßt. Die Fahrgeschwindigkeit  $v$  wird durch einen Sensor **54**, beispielsweise ein Tachometer, aufgenommen. Es ist auch denkbar, die Lenkwinkelgeschwindigkeit  $\dot{\delta}$  durch eine Ableitung aus dem Lenkwinkel  $\delta$  zu ermitteln. Alle aufgenommenen Werte der Fahrsituation werden der Recheneinheit **4** zugeführt. In der Recheneinheit **4** wird anhand dieser Daten ein Unterstützungsmoment ermittelt, beispielsweise eine Lenkunterstützung durch eine Geradeauslaufkorrektur.

[0015] **Fig. 2** zeigt schematisch die Ermittlung eines Korrekturwertes  $\delta_K$  in der Recheneinheit **4** für eine Geradeauslaufkorrektur umfassend eine Langzeitkorrektur **41** und eine Kurzzeitkorrektur **42**. Die Geradeauslaufkorrektur ist nur aktiviert, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit gering ist, beispielsweise kann vorgegeben werden, daß die Fahrzeuggeschwindigkeit unter 35 km/h liegen muß.

[0016] Eingangswert ist der Lenkwinkel  $\delta$ . In einem Baustein **411** wird die Differenz  $\Delta\delta$  zwischen einem

ermittelten Langzeitkorrekturwert  $\delta_{LK}$  und dem anliegenden Lenkwinkel  $\delta$  gebildet. Der ermittelte Langzeitkorrekturwert  $\delta_{LK}$  ist auch ein Erwartungswert für einen anliegenden Lenkwinkel bei einer Geradeausfahrt. Der Langzeitkorrekturwert  $\delta_{LK}$  wird erlernt. Das Lernverfahren umfaßt einen Integrator **412**. Startwert des Integrators **442** ist beispielsweise ein Korrekturwert, welcher in einer früheren Korrektur erlernt wurde. Der Startwert ist in einem Speichermedium **4121**, beispielsweise einem EEPROM, abgelegt. Die Ermittlung des Langzeitkorrekturwertes  $\delta_{LK}$  wird deaktiviert, wenn die Lenkwinkelgeschwindigkeit  $\dot{\delta}$  einen vorgegebenen Arbeitsbereich übersteigt und/oder wenn die Differenz  $\Delta\delta$  über einen Zeitraum  $T$  einen maximalen Arbeitsbereich  $\delta_{AL}$  für eine Langzeitkorrektur überschreitet. Durch die erste Maßnahme wird eine Berücksichtigung von situationsbedingten schnellen Lenkeingriffen verhindert, durch die zweite Maßnahme wird ausgeschlossen, daß ein zu erlernender Langzeitkorrekturwert  $\delta_{LK}$  aufgrund langgezogener Kurven verfälscht wird. Durch einen Baustein **413** wird die Langzeitkorrektur auf den Arbeitsbereich  $\delta_{AL}$  begrenzt. Durch einen konstanten Faktor ist eine Lerngeschwindigkeit zum Erlernen des Langzeitkorrekturwertes  $\delta_{LK}$  unter Verwendung des Integrators **412** beeinflussbar.

[0017] Für die Kurzzeitkorrektur wird in einem Baustein **421** die Differenz  $\Delta\delta_2$  zwischen dem Langzeitkorrekturwert  $\delta_{LK}$  und einem Kurzzeitkorrekturwert  $\delta_{KK}$  ermittelt. Der Kurzzeitkorrekturwert  $\delta_{KK}$  wird mittels eines Integrators **422** erhalten, wobei der Startwert für den Kurzzeitkorrekturwert  $\delta_{KK}$  immer Null beträgt. Der Arbeitsbereich für eine Kurzzeitkorrektur ist durch einen Baustein **423** auf einen Arbeitsbereich  $\delta_{AK}$  beschränkt, wobei ausschließlich in diesem Bereich eine Korrektur stattfindet. Der Arbeitsbereich  $\delta_{AK}$  für eine Kurzzeitkorrektur kann dabei mit dem Arbeitsbereich  $\delta_{LA}$  für eine Langzeitkorrektur zusammenfallen, bevorzugt ist jedoch ein geringerer Arbeitsbereich zu wählen. In einem Baustein **4221** wird ein Einhalten eines maximalen Korrekturwertes überwacht. Wird dieser überschritten, so wird der Integrator **422** zurückgesetzt. Eine Kurzzeitkorrektur ist an veränderte Fahrsituationen sofort anzupassen. Aus diesem Grund wird der Integrator **422** nach einem Lenkeingriff zurückgesetzt. Ein Lenkeingriff ist durch die Lenkwinkelgeschwindigkeit  $\dot{\delta}$  detektierbar. In einem Baustein **4222** wird ein Überschreiten eines maximalen Wertes der Lenkwinkelgeschwindigkeit  $\dot{\delta}$  überwacht. Aus dem ermittelten Korrekturwert  $\delta_K$  ist ein Unterstützungsmoment ableitbar mit welchem der Servomotor angesteuert wird. Der Korrekturwert kann jedoch auch über einen Regelalgorithmus aufgebracht werden.

[0018] Es ist denkbar, anstelle eines Korrekturwinkels ein Korrekturmoment zu erlernen. Zudem sind andere Bedingungen für ein Rücksetzen mindestens eines Integrators **412**, **422** vorstellbar. Beispielsweise ist mittels eines Neigungssensors ein Übergang von einer geneigten Straße auf eine ebene Straße detek-

tierbar. Daneben sind Informationen von Raddrehzahlmessungen oder aus dem Navigationssystem verwendbar. Die Bausteine können getrennt oder gemeinsam realisiert werden und eine Integration ist softwaretechnisch oder hardwaretechnisch möglich.

### Patentansprüche

1. Vorrichtung für eine Lenkunterstützung für Fahrzeuge mit elektromechanischer Lenkung, wobei lenkbare Fahrzeugräder sowohl mit einem durch einen Fahrer beeinflussbaren Lenkmittel (1) als auch mit einem elektrischen Servomotor (2) antreibend verbunden sind, in mindestens einem Rechenmittel (4) ein Unterstützungswinkel und/oder ein Unterstützungsmoment ermittelbar ist und der Unterstützungswinkel und/oder das Unterstützungsmoment durch den Servomotor (2) aufbringbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß

der Unterstützungswinkel ( $\delta_K$ ) und/oder das Unterstützungsmoment mindestens aus einem Langzeitkorrekturwert ( $\delta_{LK}$ ) für eine Langzeitkorrektur (41) und/oder einem Kurzzeitkorrekturwert ( $\delta_{KK}$ ) für eine Kurzzeitkorrektur (42) bildbar ist, wobei ein Differenzwinkel zwischen einem Lenkwinkel ( $\delta$ ) und einer Geradeausfahrt erfaßbar ist und mindestens ein Korrekturwert ( $\delta_{LK}$ ,  $\delta_{KK}$ ) mindestens in Abhängigkeit des Differenzwinkels erlernbar ist, und die Langzeitkorrektur (41) und/oder die Kurzzeitkorrektur (42) fahrsituationsabhängig zu- und/oder abschaltbar ist, wobei die Fahrsituation in dem Rechenmittel (4) mindestens aus dem Lenkwinkel ( $\delta$ ), der Lenkwinkelgeschwindigkeit ( $\delta^\circ$ ) und/oder der Fahrzeuggeschwindigkeit ( $v$ ) ermittelbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Geradeausfahrt durch den Langzeitkorrekturwert ( $\delta_{LK}$ ) abbildbar ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens die Langzeitkorrektur (41) deaktivierbar ist, wenn in mindestens einem Baustein (4131, 4132) ein Überschreiten eines Schwellwertes der Lenkwinkelgeschwindigkeit ( $\delta^\circ$ ) und/oder ein Überschreiten eines Schwellwertes des Differenzwinkels über einen festgelegten Zeitraum erkennbar ist.

4. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Korrekturwert ( $\delta_{LK}$ ) der Langzeitkorrektur (41) durch einen Integrator (412) ermittelbar ist, wobei ein Initialwert des Integrators (412) in einem Speichermedium (4121) abgespeichert ist, beispielsweise in einem EEPROM.

5. Vorrichtung nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Korrekturwert ( $\delta_{KK}$ ) der Kurzzeitkorrektur (42) durch einen Integrator (422) ermittelbar ist, wobei ein Initialwert

des Integrators (422) Null ist und der Integrator (422) mindestens in Abhängigkeit des Unterstützungswinkels ( $\delta_K$ ) und/oder der Lenkwinkelgeschwindigkeit ( $\delta^\circ$ ) auf den Initialwert rücksetzbar ist.

6. Verfahren für eine Lenkunterstützung für Fahrzeuge mit elektromechanischer Lenkung, wobei lenkbare Fahrzeugräder sowohl mit einem durch einen Fahrer beeinflussbaren Lenkmittel (1) als auch mit einem elektrischen Servomotor (2) antreibend verbunden sind, in mindestens einem Rechenmittel (4) ein Unterstützungswinkel und/oder ein Unterstützungsmoment ermittelt wird und der Unterstützungswinkel und/oder das Unterstützungsmoment durch den Servomotor (2) aufgebracht wird, dadurch gekennzeichnet, daß

der Unterstützungswinkel ( $\delta_K$ ) und/oder das Unterstützungsmoment mindestens aus einem Langzeitkorrekturwert ( $\delta_{LK}$ ) für eine Langzeitkorrektur (41) und/oder einem Kurzzeitkorrekturwert ( $\delta_{KK}$ ) für eine Kurzzeitkorrektur (42) gebildet wird, wobei ein Differenzwinkel zwischen einem Lenkwinkel ( $\delta$ ) und einer Geradeausfahrt erfaßbar ist und mindestens ein Korrekturwert ( $\delta_{LK}$ ,  $\delta_{KK}$ ) mindestens in Abhängigkeit des Differenzwinkels erlernt wird, und die Langzeitkorrektur (41) und/oder die Kurzzeitkorrektur (42) fahrsituationsabhängig zu- und/oder abgeschaltet werden, wobei die Fahrsituation in dem Rechenmittel (4) mindestens aus dem Lenkwinkel ( $\delta$ ), der Lenkwinkelgeschwindigkeit ( $\delta^\circ$ ) und/oder der Fahrzeuggeschwindigkeit ( $v$ ) ermittelt wird

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Geradeausfahrt durch den Langzeitkorrekturwert ( $\delta_{LK}$ ) abgebildet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens die Langzeitkorrektur (41) deaktiviert wird, wenn in mindestens einem Baustein (4131, 4132) ein Überschreiten eines Schwellwertes der Lenkwinkelgeschwindigkeit ( $\delta^\circ$ ) und/oder ein Überschreiten eines Schwellwertes des Differenzwinkels über einen festgelegten Zeitraum erkannt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Korrekturwert ( $\delta_{LK}$ ) der Langzeitkorrektur (41) durch einen Integrator (412) ermittelt wird, wobei ein Initialwert des Integrators (412) in einem Speichermedium (4121) abgespeichert ist, beispielsweise in einem EEPROM.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Korrekturwert ( $\delta_{KK}$ ) der Kurzzeitkorrektur (42) durch einen Integrator (422) ermittelt wird, wobei ein Initialwert des Integrators (422) Null ist und der Integrator (422) mindestens in Abhängigkeit des Unterstützungswinkels ( $\delta_K$ ) und/oder der Lenkwinkelgeschwindigkeit ( $\delta^\circ$ ) auf den

Initialwert zurückgesetzt wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

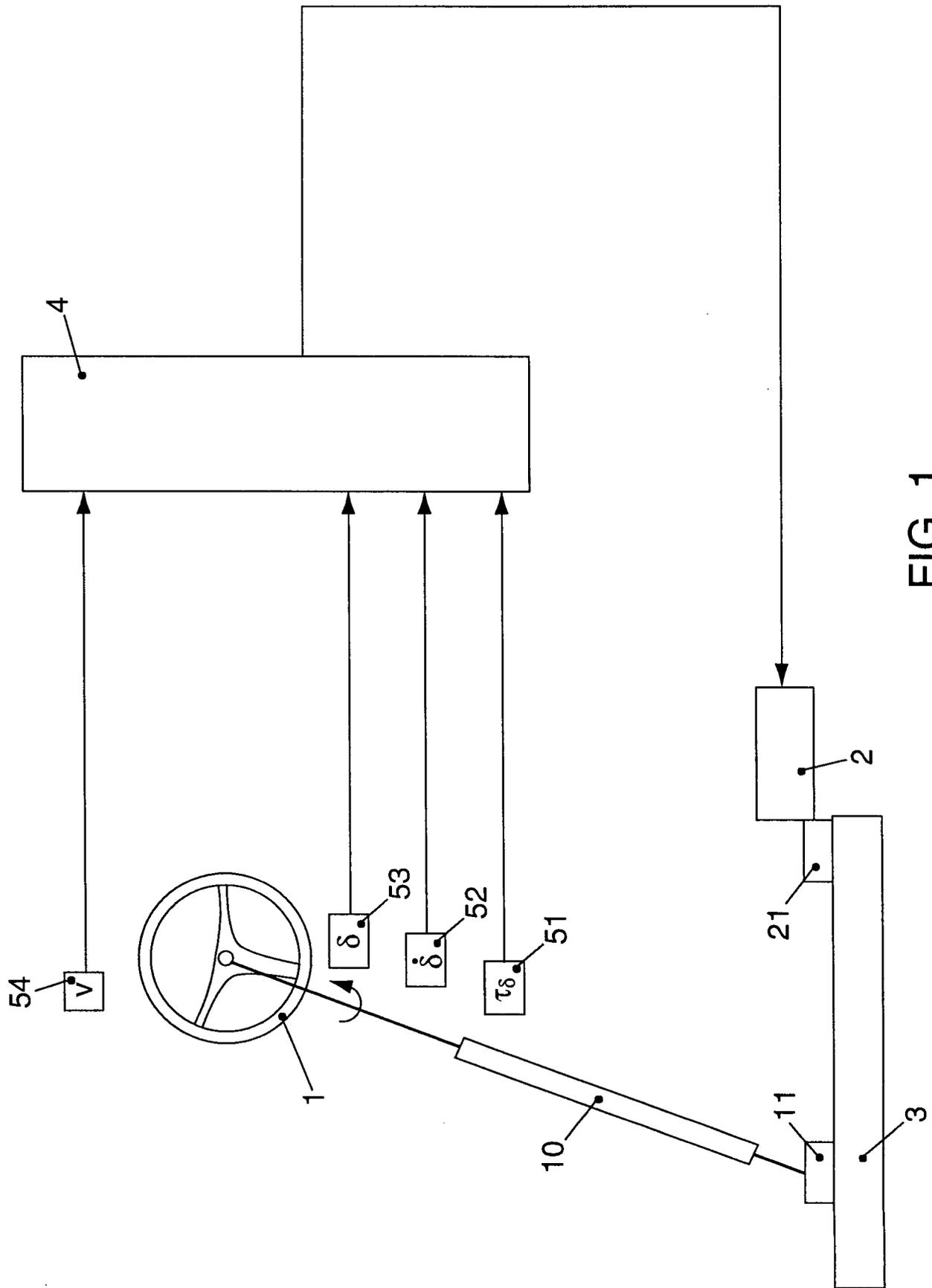


FIG. 1

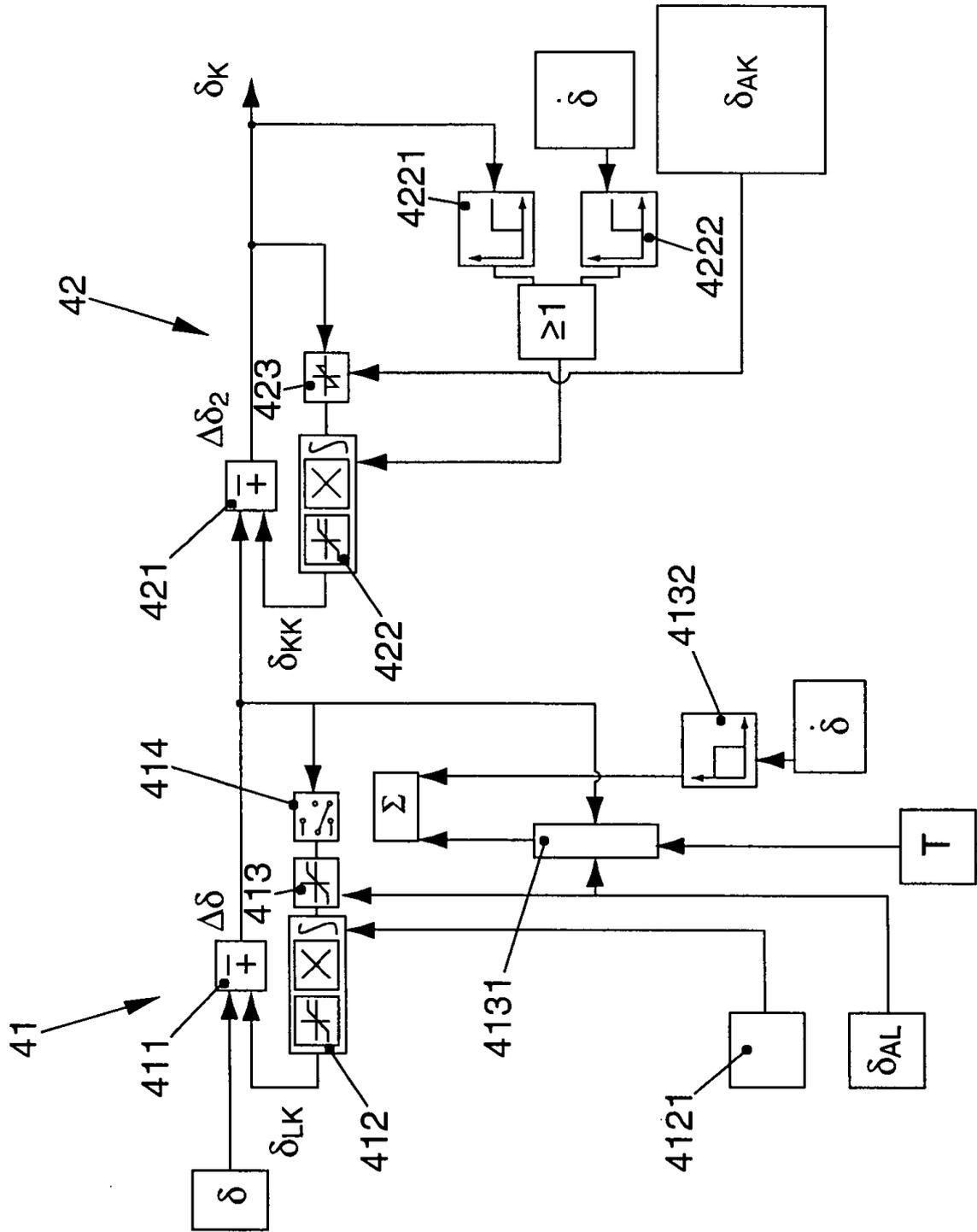


FIG. 2