

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
19. Januar 2012 (19.01.2012)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/007338 AI

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
B62D 5/04 (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP201 1/061471
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
7. M i 201 1 (07.07.201 1)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2010 03 1 2 11.8 12. Juli 2010 (12.07.2010) DE
- (71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US):** **ZF LENKSYSTEME GMBH** [DE/DE]; Richard-Bullinger-Straße 77, 73527 Schwäbisch Gmünd (DE).
- (72) **Erfinder; und**
- (75) **Erfinder/Anmelder (nur für US):** **GRÜNER, Stefan** [DE/DE]; Von-Droste-Hülshoff-Weg 6, 71549 Auenwald (DE). **NIEROBISCH, Thomas** [DE/DE]; Staufstraße 5, 73575 Leinzell (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart):** AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,

BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart):** ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

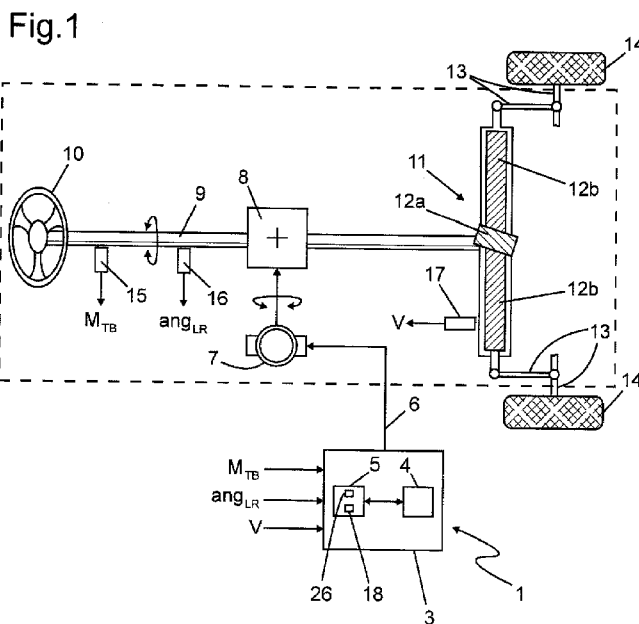
— *Erfindererklärung (Regel 4.1 7 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

(54) **Title:** METHOD AND DEVICE FOR THE COMPENSATION OF STEERING WHEEL ROTARY OSCILLATIONS IN A STEERING SYSTEM

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR KOMPENSATION VON LENKRADDREHSCHWINGUNGEN IN EINEM LENKSYSTEM



(57) **Abstract:** The invention proposes the regulation of a torque actuator so as to permit an activation of the torque actuator such that occurring steering wheel rotary oscillations can be compensated. For this purpose, in one embodiment of the invention, a torsion bar torque is detected. A compensation torque is determined as a function of the detected torsion bar torque by means of a variable-frequency disturbance variable and State variable calculator. Said compensation torque or a signal corresponding to the compensation torque is then taken into consideration during an activation of the torque actuator.

(57) **Zusammenfassung:** Erfindungsgemäß wird eine Regelung eines Momentenstellers, die eine Ansteuerung des Momentenstellers derart ermöglicht, dass auftretende Lenkraddrehschwingungen kompensiert werden können. Hierzu wird gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ein Drehstabmoment erfasst. Mittels eines frequenzvariablen Stör- und Zustandsgrößenberechners wird in Abhängigkeit von dem erfassten Drehstabmoment ein Kompensationsmoment ermittelt. Dieses Kompensationsmoment bzw. ein dem Kompensationsmoment entsprechendes Signal wird dann bei einer Ansteuerung des Momentenstellers herangezogen.

WO 2012/007338 A1

Titel:

Verfahren und Vorrichtung zur Kompensation von Lenkraddrehschwingungen in einem Lenksystem

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kompensation von Lenkraddrehschwingungen während des Betriebs eines Lenksystems in einem Fahrzeug, wobei das Lenksystem einen ansteuerbaren Momentensteller umfasst.

10 Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zur Kompensation von Lenkraddrehschwingungen in einem Lenksystem, wobei das Lenksystem einen ansteuerbaren Momentensteller umfasst.

Bei einem Fahrzeug treten Lenkraddrehschwingungen insbesondere auf, wenn an
15 den Rädern Unwuchten vorhanden sind. Lenkraddrehschwingungen werden auch als „Shimmy“ oder „Smooth Road Shake“ bezeichnet. Derartige Lenkraddrehschwingungen werden üblicherweise mittels verschiedener Maßnahmen gedämpft oder reduziert, da sie als störend empfunden werden. Beispielsweise ist es bekannt, durch konstruktive Maßnahmen wie etwa den Einsatz
20 von Dämpfungselementen die durch Unwuchten erzeugten Schwingungen teilweise zu kompensieren. Es ist ferner bekannt, zusätzliche elektronische Stellglieder und/oder Sensoren vorzusehen und durch eine entsprechende Ansteuerung der Stellglieder die Lenkraddrehschwingungen zu reduzieren.

25 Elektrische Lenksysteme (EPS) weisen einen als EPS-Motor bezeichneten Momentensteller auf. Um Lenkraddrehschwingungen zu reduzieren ist es bekannt, eine geeignete Ansteuerung des EPS-Motors vorzusehen. Beispielsweise wird mittels eines Drehmomentsensors das aktuelle Drehstabmoment erfasst. Hochfrequente Anteile des Lenkmoments werden als Störung definiert und über
30 eine von der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Lenkgeschwindigkeit sowie dem Drehmoment abhängigen Kennlinie gedämpft. Hier werden jedoch mitunter gewünschte Fahrbahnrückmeldungen fälschlicherweise als Störung erkannt und deshalb eliminiert oder zumindest reduziert. Dies hat negative Auswirkungen auf

das Lenkgefühl und kann sicherheitsrelevante Nachteile mit sich bringen, da dem Fahrer möglicherweise wichtige Informationen über die Fahrbahn nicht mehr zur Verfügung stehen. Ein solches System ist beispielsweise aus der EP 1 839 998 A 1 bekannt.

5

Ferner ist aus der EP 1 650 106 B 1 ein Verfahren zur Reduzierung von Lenkraddrehschwingungen bekannt, bei dem mittels eines elektrischen Motors an geeigneter Stelle Gegenschwingungen in das Lenksystem eingeleitet werden. Hierdurch werden auftretende Drehschwingungen teilweise kompensiert. Bei dem bekannten Verfahren wird ein aktuelles Lenkrad-Drehmoment benötigt, welches in einem Zeitfenster geeigneter Größe auf das Vorhandensein periodischer Schwingungen untersucht wird. Dieses Verfahren benötigt einen zusätzlichen Drehmomentsensor sowie eine zeitaufwändige Berechnung des Kompensationsmoments mithilfe einer Auto- bzw. Kreuzkorrelationsfunktion.

10

Aus der US 2009/0000857 A 1 ist ein Verfahren zur Unterdrückung einer Lenkrad-Drehschwingung bekannt. In dem bekannten Verfahren wird eine Rotorlagegeschwindigkeit eines die Lenkung unterstützenden Elektromotors ermittelt. Mit dieser Größe wird mittels einer Frequenzschätzungseinheit, einer Phasenkorrekturereinheit, sowie einer darauf aufsetzenden Vibrationsunterdrückungseinheit, die die berechnete Frequenz und Phase als Eingangsgröße benötigt, ein Kompensationsstrom berechnet. Aufgrund der Servoanbindung an die Lenkung ist die Rotorlagegeschwindigkeit allerdings nur bedingt als Messgröße geeignet. Insbesondere bei niedrigem Kraftniveau an der Zahnstange kann die Rotorlagegeschwindigkeit nicht ohne weiteres als ausreichend genaue Messgröße herangezogen werden.

15

20

25

30

Aus der JP 2004-161073 ist ein Verfahren zum Detektieren von Lenkraddrehschwingungen anhand einer FFT (fast fourier transform) eines Drehstabmoments bekannt. Wird bei diesem bekannten Verfahren eine Lenkraddrehschwingung erkannt, so wird die Systemdämpfung insgesamt erhöht. Dies hat jedoch den Nachteil, dass das gesamte Lenkgefühl verschlechtert wird. Eine Verbesserung dieses Verfahrens ist aus der EP 1 975 040 8 1 bekannt, bei

welchem die FFT effizienter dadurch ermittelt wird, dass diese nur in engen Frequenzbändern in Abhängigkeit von einer aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit berechnet wird.

- 5 Aus der US 2009/0125186 A 1 ist ein weiteres Verfahren zur Kompensation von Lenkraddrehschwingungen bekannt, bei welchem ein gefiltertes Drehstabmoment ermittelt wird und zur Kompensation eine dem gefilterten Drehstabmoment entsprechende jedoch um 180° phasenverschobene Kompensationsgröße aufgeschaltet wird.

10

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verfügung zu stellen, die ohne negative Auswirkungen auf das Lenkgefühl eine möglichst vollständige Kompensation von Lenkraddrehschwingungen ermöglichen.

- 15 Die Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst; weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen genannt.

Erfindungsgemäß wird eine Regelung eines Momentenstellers, also beispielsweise
20 eines EPS-Motors zur Verfügung gestellt, die eine Ansteuerung des Momentenstellers derart ermöglicht, dass auftretende Lenkraddrehschwingungen vollständig, jedenfalls aber nahezu vollständig kompensiert werden können. Hierzu wird gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ein Drehstabmoment erfasst. Mittels eines frequenzvariablen Stör- und Zustandsgrößenberechners wird in
25 Abhängigkeit von dem erfassten Drehstabmoment ein Kompensationsmoment ermittelt. Dieses Kompensationsmoment bzw. ein dem Kompensationsmoment entsprechendes Signal wird dann bei einer Ansteuerung des Momentenstellers herangezogen.

- 30 Erfindungsgemäß wird ein frequenzvariabler Stör- und Zustandsgrößenberechner herangezogen. Hierbei handelt es sich um einen für variable Frequenzen einsetzbaren sogenannter „Disturbance Observer“, der auch als DOFV bezeichnet wird. Disturbance Observer sind beispielsweise in "Katsuhiko Fuwa, Tatsuo Narikiyo

and Hisashi Kandoh: A Construction of Disturbance Observer to Cope with Frequency Variation and Its Application to Vibration Suppression Control System; Proceedings of the 17th IFAC World Congress; Seoul, Korea, July 6-11, 2008"

beschrieben. Mithilfe der Disturbance Observer können Störungen mit bekannter
5 und konstanter Frequenz reduziert werden. Bei Lenkraddrehschwingungen hängt

die Störungsfrequenz von der aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit beziehungsweise
den aktuellen Radgeschwindigkeiten ab. Deshalb wird erfindungsgemäß ein DOFV

eingesetzt, der auch bei sich verändernden Frequenzen zuverlässig arbeitet. Ein
DOFV ist eine regelungstechnische Methode, mit dessen Hilfe aus der Kenntnis von

10 einer sinusförmigen Störung mit variabler Frequenz, einer Stellgröße und
möglicherweise weiteren Messgrößen eine zusätzliche Stellgröße berechnet werden
kann, die die sinusförmige Störung mit variabler Frequenz unterdrückt

beziehungsweise kompensiert. Ein DOFV ist beispielsweise beschrieben in "Tatsuo
Narikiyo, Katsuhiko Fuwa and Takeshi Murano: Implementation of Disturbance

15 Attenuation System Based on Frequency Estimation; Proceedings of the 17th IFAC
World Congress; Seoul, Korea, July 6-11, 2008".

In dem frequenzvariablen Stör- und Zustandsgrößenberechner ist ein identifiziertes
Modell hinterlegt, das das Übertragungsverhalten von dem Moment des

20 Momentenstellers, also beispielsweise dem Motormoment des EPS-Motors, auf das
Drehstabmoment beschreibt. Dieses Modell umfasst insbesondere das

Übertragungsverhalten bezüglich der Amplitude und Phase des jeweiligen Moments
bzw. des jeweiligen Momentensignals. Aus Signalen, die einer Radgeschwindigkeit
entsprechen, also beispielsweise aus der Radgeschwindigkeit selbst, einer

25 Fahrzeuggeschwindigkeit oder einer Radwinkelgeschwindigkeit, kann die Frequenz
einer aktuellen Störung ermittelt werden. Für die Ermittlung einer aktuellen

Störampplitude sowie der Phasenlage der Störung wird ein vorzugsweise gefiltertes
Drehstabmoment dem frequenzvariablen Stör- und Zustandsgrößenberechner zur
Verfügung gestellt. Eine Filterung des Drehstabmoments erfolgt gemäß einer

30 bevorzugten Ausführungsform mittels eines frequenzvariablen Bandpasses, wobei
die Mittenfrequenz des frequenzvariablen Bandpasses entsprechend einer aktuellen
Fahrzeuggeschwindigkeit bzw. Radgeschwindigkeit eingestellt wird.

Um eine vollständige oder nahezu vollständige Kompensation der Lenkraddrehschwingung zu erreichen, muss die Kompensation aufrechterhalten werden, auch wenn - aufgrund der Kompensation - in dem aktuell erfassten Drehstabsmoment das Störsignal gerade nicht mehr vorhanden ist. Ohne ein
5 Aufrechterhalten der Kompensation würde selbstverständlich zunächst kein Kompensationsmoment ermittelt werden. Infolge davon würde jedoch in einem nächsten Berechnungsschritt wieder eine Lenkraddrehschwingung erfasst werden, was wiederum zur Erzeugung eines Kompensationssignals führen würde. Eine vollständige Kompensation wäre damit nicht möglich. Erfindungsgemäß wird nun
10 das ermittelte Kompensationsmoment rückgeführt und bei einer erneuten Ermittlung eines Kompensationsmoments zusammen mit dem aktuellen Drehstabsmoment berücksichtigt. Die Rückführung des Kompensationsmoments (des vorherigen Zeitschritts) erfolgt vorzugsweise vollständig innerhalb des frequenzvariablen Stör- und Zustandsgrößenberechners. Durch diese interne Rückführung werden folglich
15 bei der Berechnung der Störgröße ganzheitlich die bereits kompensierten Anteile berücksichtigt. Dies ermöglicht eine korrekte Berechnung des Störsignals, obwohl die Störung gerade durch das im vorausgegangenen Zeitschritt ermittelte Kompensationsmoment im Messsignal, also im aktuell erfassten Drehstabsmoment, nicht mehr sichtbar ist.

20

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird überdies sowohl die Amplitude als auch die Phase des Störsignals bestimmt. Dies erfolgt mittels des das Übertragungsverhalten beschreibenden identifizierten und in dem frequenzvariablen Stör- und Zustandsgrößenberechner abgelegten Modells. Das Modell des
25 Übertragungsverhaltens wird außerdem herangezogen, um das für die Kompensation der Störgröße benötigte Motormoment zu bestimmen. Der frequenzvariable Stör- und Zustandsgrößenberechner umfasst ferner ein Modell sinusförmiger Störungen. Durch die Verbindung des Filterung des Drehstabsmoments, beispielsweise mittels des frequenzvariablen Bandpasses und
30 dem frequenzvariablen Stör- und Zustandsgrößenberechner, in welchem das Modell sinusförmiger Störungen abgelegt ist, werden negative Auswirkungen auf das Lenkgefühl wirksam verhindert.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn das beispielsweise in einem Steuergerät des Lenksystems ausgebildete und als Modul implementierte Verfahren zur Kompensation der Lenkraddrehschwingungen nicht permanent aktiv ist, da dies unnötig Rechenzeit benötigen würde. Vorteilhafterweise wird deshalb in

5 Abhängigkeit von einer aktuellen Fahrzeuggeschwindigkeit, einem Lenkradwinkel sowie der Amplitude des aktuellen Störsignals auf das Vorhandensein von Lenkraddrehschwingungen geschlossen. Da Lenkraddrehschwingungen nur in einem eng begrenzten Geschwindigkeitsband sowie bei Geradeausfahrt bzw. nahezu Geradeausfahrt auftreten, ist eine Aktivierung des erfindungsgemäßen

10 Verfahrens nur innerhalb dieser Zeitfenster notwendig. Für die Ermittlung der Amplitude des Störsignals wird vorzugsweise ein Modell bzw. ein Beobachter herangezogen. Eine solche Art "geschätzter" Amplitude des Störsignals ist von vorliegend ausreichender Genauigkeit.

15 Die so ermittelte Amplitude des Störsignals kann ferner für eine Adaption des innerhalb des frequenzvariablen Stör- und Zustandsgrößenberechners abgelegten Modells des Übertragungsverhaltens bzw. auch weiterer in dem frequenzvariablen Stör- und Zustandsgrößenberechner enthaltenen Funktionalitäten herangezogen werden. Für eine Adaption ist beispielsweise in dem Steuergerät des Lenksystems

20 ein skaliertes Parametersatz des frequenzvariablen Stör- und Zustandsgrößenberechners hinterlegt, der an die Serienstreuung des jeweiligen Lenksystems angepasst wird. In Abhängigkeit von einer aktuellen Kompensationsgüte bzw. in Abhängigkeit von der Amplitude der trotz Kompensation noch vorhandenen Lenkraddrehschwingungen wird der Skalierungsfaktor gemäß

25 einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung angepasst und damit in der Berechnungseinheit adaptiert.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung umfassen also eine explizite Modellierung des Übertragungsverhaltens "Motormoment auf Drehstabmoment" in

30 dem für Lenkraddrehschwingungen relevanten Frequenzbereich sowohl im Amplitudengang als auch im Phasengang, beispielsweise durch eine effiziente Offline-Parametrierung in Form einer Vermessung des Lenksystems auf einem Prüfstand und anschließender Berechnung diesbezüglicher Parameter. Damit wird

erreicht, dass über alle relevanten Frequenzen bereits eine ca. 50%-ige Kompensation der Lenkraddrehschwingungen möglich ist, ohne dass eine Applikation im Fahrzeug selbst notwendig ist.

- 5 Durch die modellbasierte Rückführung der bereits kompensierten Störinformation kann sogar nahezu eine 100%-ige Kompensation der Lenkraddrehschwingungen erreicht werden, zumindest in einer Kombination mit einer korrekten Phasenlage und Amplitude. Diese sehr hohe Kompensationsgüte wird weiter verbessert bzw. bleibt erhalten durch eine Online-Adaption des erfindungsgemäßen
- 10 frequenzvariablen Stör- und Zustandsgrößenberechners zum Zwecke einer optimalen Anpassung an Serienstreuungen und insbesondere einer Berücksichtigung der Alterung des Lenksystems. Hierzu wird insbesondere eine Adaption des Übertragungsmodells, das auch für die Rückführung des Kompensationssignals verwendet wird, beispielsweise durch geeignete Skalierung
- 15 eines skalierten Parametersatzes, durchgeführt.

- Ein weiterer Vorteil der Erfindung liegt darin, dass eine üblicherweise bereits vorhandene Sensorik, die beispielsweise einen Sensor für die Erfassung eines aktuellen Drehmoments sowie einen Sensor für die Erfassung einer
- 20 Fahrzeuggeschwindigkeit oder einer Radgeschwindigkeit umfasst, weiter verwendet werden kann. Dadurch, dass ein Großteil der Funktionalität innerhalb eines ganzheitlichen Moduls zur Störgrößenberechnung realisiert ist und der frequenzvariable Stör- und Zustandsgrößenberechner sowohl die modellbasierte Rückführung als auch das Modell des Übertragungsverhaltens umfasst, kann eine
- 25 sehr recheneffiziente Umsetzung des Stör- und Zustandsgrößenberechners erfolgen. Durch die Ausbildung eines derartigen untrennbaren Moduls zur Berechnung des Kompensationsmoments nach Amplitude und Phase, beispielsweise in Form eines einfachen Zustandsraummodells mit Additionen und Multiplikationen, kann eine sehr effiziente Online-Berechnung erreicht werden.
- 30 Weiterhin ermöglicht die Erfindung eine explizite Formulierung der Störgröße als Sinussignal, wodurch eine monofrequente, streng selektive Unterdrückung der Störung erreicht wird, ohne dass eine Beeinträchtigung des Lenkgefühls erfolgt.

Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die anhand der Zeichnungen erläutert werden.

5 Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Lenksystems in einem Fahrzeug,

10 Figur 2 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform der Erfindung und

Figur 3 einen beispielhaften Phasengang eines Lenksystems in einem für Lenkraddreherschwingungen relevanten Frequenzbereich.

15 In Figur 1 ist ein elektrisches Lenksystem 1 dargestellt, das eine Lenkvorrichtung 2 und ein Steuergerät 3 umfasst. In dem Steuergerät 3 ist ein Mikroprozessor 4 angeordnet, der über eine Datenleitung, beispielsweise ein Bussystem, mit einem Speicherelement 5 verbunden ist. In dem Speicherelement 5 sind Speicherbereiche ausgebildet, in denen Funktionsmittel zur Durchführung des erfindungsgemäßen
20 Verfahrens, beispielsweise in Form eines Computerprogramms, abgespeichert sind. In dem Speicherelement 5 können ferner Kernfelder und vorgegebene Parameter oder sonstige Werte abgelegt sein.

25 Über eine Signalleitung 6 ist das Steuergerät 3 mit einem Momentensteller 7 verbunden, der beispielsweise als Elektromotor ausgebildet ist, so dass eine Steuerung des Elektromotors beziehungsweise des Momentenstellers 7 durch das Steuergerät 3 ermöglicht wird. Der Elektromotor wirkt über ein Getriebe 8 auf einen Drehstab 9. An dem Drehstab 9 ist ein Lenkmittel, beispielsweise ein Lenkrad 10, angeordnet.

30

Die Lenkvorrichtung weist ferner ein Lenkgetriebe 11 auf, das als Zahnstangenlenkgetriebe ausgebildet ist. Das Lenkgetriebe 11 ist über ein Ritzel

12a und eine Zahnstange 12b auf jeder Fahrzeugseite mit einem Lenkgestänge 13, das jeweils von einem Rad zusammenwirkt, verbunden.

Mittels eines Sensors 15 ist ein Drehstabmoment M_{TB} und mittels eines Sensors 16
5 ist ein Lenkwinkel α_{ngi_R} erfassbar. Die Lenkvorrichtung weist ferner einen Sensor 17 auf, mittels dessen eine Fahrzeuggeschwindigkeit v oder eine einer Fahrzeuggeschwindigkeit entsprechende Größe wie beispielsweise eine Raddrehzahl oder eine Radwinkelgeschwindigkeit erfassbar ist.

10 Die über die Sensoren 15, 16 und 17 erfassten Werte werden über in Figur 1 nicht dargestellte Datenleitungen dem Steuergerät 3 zur Verfügung gestellt. Die Datenleitungen können in vielfältig bekannter Weise ausgeführt sein. Vorzugsweise wird ein Bussystem zur Kommunikation zwischen dem Steuergerät 3 und Sensoren bzw. Aktoren eingesetzt.

15

Durch geeignete Programmierung des Steuergeräts 3 ist auf dem in Figur 1 dargestellten Lenksystem das erfindungsgemäße Verfahren durchführbar, wobei die Erfindung dann sowohl durch das Steuergerät 3 als auch durch ein entsprechendes Computerprogramm 18 realisiert ist. Das Steuergerät stellt dann die
20 erfindungsgemäße Vorrichtung dar und das Computerprogramm stellt ebenso die Erfindung dar wie das erfindungsgemäße Verfahren, zu dessen Ausführung das Computerprogramm programmiert ist.

Das in Figur 1 dargestellte Lenksystem 1 ist zur Durchführung des
25 erfindungsgemäßen Verfahrens hergerichtet. Hierzu ist beispielsweise das Steuergerät 3 in entsprechender Weise programmiert. Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens wird gemäß einer möglichen Ausführungsform eine vollständige Kompensation von Lenkraddrehschwingungen in einem Kraftfahrzeug ermöglicht, wobei mittels des Momentenstellers 7, also beispielsweise des
30 Servomotors der EPS, geeignete Gegenschwingungen in die Lenkvorrichtung 2 eingepreßt werden, welche wiederum anhand eines aus dem Drehstab 9 extrahierten Störsignals berechnet werden. Hierzu ist vorzugsweise keine Zusatzsensorik notwendig, so dass für die Implementierung des

erfindungsgemäßen Verfahrens keine Modifikation der vorhandenen Sensorik notwendig ist, was wiederum die Kosten senkt.

In Figur 2 ist eine mögliche Ausführungsform der Erfindung anhand eines
5 Blockdiagramms dargestellt. Zur Ansteuerung des Momentenstellers 7 ist in Figur 2
ein frequenzvariabler Stör- und Zustandsgrößenberechner 20 mit explizit definierter
sinusförmiger Störgröße und interner Rückkopplung zur Berücksichtigung bereits
kompensierter Anteile des Störsignals dargestellt, der beispielsweise als
Computerprogramm 18 in dem Steuergerät 3 abgespeichert ist. Mittels des
10 frequenzvariablen Stör- und Zustandsgrößenberechners 20 wird unter
Berücksichtigung des Phasen- und Amplitudengangs ein Kompensationsmoment
ermittelt unter Verwendung eines skalierten Modells 21 des Übertragungsverhaltens
zwischen Momentensteller 7 und Drehstab 9. Das skalierte Modell 21 wird gemäß
einer bevorzugten Ausführungsform online, also während des Betriebs des
15 Lenksystems 1, an eine Serienstreuung und Alterung des Lenksystems 1
angepasst, wodurch eine optimale Kompensation der Lenkraddrehschwingungen
garantiert ist.

Von zentraler Bedeutung für die vorliegende Erfindung ist die Verwendung des
20 frequenzvariablen Stör- und Zustandsberechners 20, in welchem das parametrisierte
Modell 21 des Übergangsverhaltens von Motormoment auf Drehstabmoment
hinterlegt ist. In Abhängigkeit von einem zu einem bestimmten Zeitpunkt t
ermittelten aktuellen Drehstabmoment $M_{TB}(t)$ wird mittels des frequenzvariablen
Stör- und Zustandsberechners 20 ein Kompensationsmoment $M_{KOMP}(t)$ ermittelt,
25 anhand dessen ein Signal für die Ansteuerung des Momentenstellers 7 erzeugt
wird, was zu einer Kompensation vorhandener Lenkraddrehschwingungen führt.
Das beispielsweise mittels des Sensors 15 ermittelte Drehstabmoment $M_{JB}(t)$ wird
vorzugsweise mittels eines frequenzvariablen Bandpasses 22 gefiltert, um
beispielsweise einen für das vorliegende System störenden Einfluss hochfrequenter
30 Störungen auszuschließen. Das solcherart gefilterte Drehstabmoment $M_{T_B,fiit}(t)$ wird
schließlich dem frequenzvariablen Stör- und Zustandsberechner 20 für die
Weiterverarbeitung zur Verfügung gestellt.

Die Einstellung der Frequenz des frequenzvariablen Bandpasses 22 erfolgt mittels eines Anregungsfrequenzermittlers 23, der aus einer erfassten Geschwindigkeit $v(t)$, beispielsweise einer Raddrehzahl bzw. einer Radgeschwindigkeit oder einer Fahrzeuggeschwindigkeit, eine Anregungsfrequenz $f_0(t)$ bestimmt. Die ermittelte Anregungsfrequenz $f_0(t)$ wird außerdem zur Einstellung der Frequenz des frequenzvariablen Stör- und Zustandsgrößenberechners 20 diesem zur Verfügung gestellt. Um ein Aufrechterhalten des Kompensationsmoments $M_{KOMP}(t)$ auch dann sicherzustellen, wenn eine Lenkraddehlschwingung aufgrund der erfindungsgemäß erfolgten Kompensation in dem Drehstabmoment $M_{TB}(t)$ nicht mehr feststellbar ist, wird das jeweils berechnete Kompensationsmoment $M_{KOMP}(t-1)$ für die Berechnung des Kompensationsmoments $M_{KOMP}(t)$ berücksichtigt durch eine vorzugsweise in dem frequenzvariablen Stör- und Zustandsgrößenberechner 20 integrierte Rückführung des Kompensationsmoments $M_{KOMP}(t-1)$. Diese Rückführung erfolgt unter Berücksichtigung des Modells 21, also des Übertragungsverhaltens bezüglich des Phasen- und Amplitudengangs zwischen dem Momentensteller 7 und dem Drehstab 9.

Gemäß der in Figur 2 dargestellten besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung erfolgt eine Adaption der Kompensation. Hierzu wird in einem Adaptionsblock 25 ein skalierter Parametersatz 26 verändert, um eine Alterung des Lenksystems 1 bzw. eine Serienstreuung zu kompensieren und stets eine optimale Leistung des erfindungsgemäßen Verfahrens zu garantieren. Der Parametersatz ist beispielsweise in dem Steuergerät 3 abgespeichert. Vorliegend sind insbesondere die Auswirkungen eines Alterns der Lenkung auf das Übertragungsverhalten Motormoment - Drehstabmoment von Bedeutung. Deshalb wird mittels des skalierten Parametersatzes 26 insbesondere das Modell 21 adaptiert. Das Erkennen einer Alterung des Lenksystems 1 erfolgt in dem Adaptionsblock 25 in Abhängigkeit von einer aktuellen Amplitude $AMTB(t)$, die vorzugsweise mittels einer Amplitudenschätzungseinheit 27 aus einem konstruierten Moment $M_{TBkonst}(t)$ gebildet wird. $M_{TBkonst}(t)$ stellt die Störgröße dar, die sich aus der Addition von $M_{TBfit}(t)$ und der sich durch Rückführung von $M_{KOMP}(t-1)$ berechneten, bereits kompensierten Störanteile im Drehstabmoment ergibt. Ist die Kompensation nicht aktiv, entspricht das konstruierte Moment $M_{TBkonst}(t)$ dem gefilterten

Drehstabmoment $M_{TBfiit}(t)$. Bei aktiver Kompensation hingegen muss das Störsignal rekonstruiert werden. In diesem Fall wird das konstruierte Moment $M_{TBkonst}(t)$ daher von der Rückführung dominiert, während das gefilterte Drehstabmoment $M_{iBfiit}(t)$ nur einen geringen Beitrag liefert. Die so ermittelte Amplitude $A_{MTB}(t)$ der

5 Restschwingung ist ein Maß für die Kompensationsgüte und gibt damit Auskunft, ob eine Anpassung an die Serienstreuung der Lenkung bzw. aufgrund eines Alterns des Lenksystems durchgeführt werden soll.

Bei dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel ist zusätzlich eine

10 Lenkraddrehschwingungs-Erkennungseinheit 24 vorgesehen. Diese ermöglicht es, die Erzeugung eines Kompensationsmoments $M_{KOMP}(t)$ zu aktivieren bzw. zu deaktivieren in Abhängigkeit davon, ob aktuell eine Lenkraddrehschwingung vorliegt. Lenkraddrehschwingungen liegen üblicherweise nur in einem eng begrenzten Geschwindigkeitsband sowie bei Geradeausfahrt vor, weshalb eine

15 Aktivierung der Funktion zur Bestimmung des Kompensationsmoments nur in diesen Zeitfenstern notwendig ist. Die Lenkraddrehschwingungs-Erkennungseinheit 24 umfasst in der in Figur 2 beispielhaft dargestellten Ausführungsform ein Modul 28, in welchem ein beispielsweise mittels des Sensors 16 aktuell erfasster Lenkradwinkel $angi_R(t)$ daraufhin geprüft wird, ob der aktuelle Lenkwinkel innerhalb

20 vorgegebener Grenzen ist. Damit kann festgestellt werden, ob das Fahrzeug aktuell in Geradeausfahrt bzw. nahezu in Geradeausfahrt bewegt wird. In einem Modul 29 wird die aktuelle Anregungsfrequenz $f_o(t)$ daraufhin überprüft, ob sich diese innerhalb vorgegebener Frequenzgrenzen befindet, woraus wiederum geschlossen werden kann, ob sich das Fahrzeug innerhalb eines bestimmten

25 Geschwindigkeitsbereiches bewegt.

In einem Modul 30 wird geprüft, ob die aktuelle Amplitude $A_{MTB}(t)$ sich innerhalb vorgegebener Grenzen befindet. Die mittels der Module 28, 29 und 30 durchgeführten Auswertungen werden einem Modul 31 zugeführt, das schließlich

30 eine Aktivierung oder Deaktivierung des frequenzvariablen Stör- und Zustandsgrößenberechners 20 veranlasst. Hierzu kann vorgesehen sein, dass in dem Modul 31 die mittels der Module 28, 29 und 30 bestimmten Auswerteergebnisse mittels einer logischen UND-Operation kombiniert werden. Die

Lenkraddrehschwingung-Erkennungseinheit 24 ermöglicht damit das Aktivieren der Bestimmung des Kompensationsmoments $M_{\text{KOMP}}(t)$ für den Fall, dass sich ein aktueller Lenkwinkel innerhalb vorgegebener Lenkwinkelgrenzen bewegt, eine aktuelle Anregungsfrequenz innerhalb vorgegebener Frequenzgrenzen ist und eine
5 aktuelle Amplitude des erfassten Drehstabmoments sich innerhalb vorgegebener Amplitudengrenzen befindet. Wenn diese drei Bedingungen vorliegen, wird auf das Vorliegen einer Lenkraddrehschwingung geschlossen und die Erzeugung des Kompensationsmoments aktiviert.

- 10 Ein besonderer Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt darin, dass bei der Bestimmung des Kompensationsmoments $M_{\text{KOMP}}(t)$ dieses Moment sowohl hinsichtlich seiner Amplitude als auch des Phasengangs genau bestimmt wird. Lediglich das Umschalten eines Kompensationsmoments mit einer Phase von 180° kann nämlich nicht zu einer vollständigen Kompensation von
15 Lenkraddrehschwingungen führen, da festgestellt wurde, dass der Phasengang nicht konstant bei 180° ist.

In Figur 3 ist beispielhaft für ein mögliches Lenksystem 1 ein Zusammenhang zwischen der Anregungsfrequenz einerseits und der jeweiligen Phasenlage
20 andererseits dargestellt. Hierbei ist in Figur 3 der Phasengang eines Lenksystems im für Lenkraddrehschwingungen relevanten Frequenzbereich von ca. 10 bis ca. 20Hz schematisch gezeigt. Bei diesem Beispiel ist erkennbar, dass der Phasengang bei einer Frequenz von ca. 10Hz bei 160° liegt und der Phasengang bei 20Hz ca. 195° beträgt. Die erfindungsgemäß explizite Berücksichtigung des Phasengangs bei
25 der Bestimmung des Kompensationssignals sowie die modellbasierte Rückführung ermöglichen eine signifikante Verbesserung der Kompensationsgüte gegenüber den bekannten Verfahren und Vorrichtungen.

Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zur Kompensation von Lenkraddrehschwingungen während des Betriebs eines einen ansteuerbaren Momentensteller (7) umfassenden Lenksystems (1) in einem Fahrzeug, wobei ein aktuelles Drehstabmoment (MTB) ermittelt wird, in Abhängigkeit von dem aktuellen Drehstabmoment (MTB) ein Kompensationsmoment (M_{Komp}) ermittelt wird und in Abhängigkeit von dem
- 10 Kompensationsmoment (M_{Komp}) eine Ansteuerung des Momentenstellers (7) erfolgt, dadurch gekennzeichnet, dass das Drehstabmoment (MTB) oder eine in Abhängigkeit von dem Drehstabmoment (MTB) gebildete Größe einem frequenzvariablen Stör- und Zustandsgrößenberechner (24) zugeführt wird und mittels des frequenzvariablen Stör- und Zustandsgrößenberechners (24) das
- 15 Kompensationsmoment (M_{Komp}) ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mittels des frequenzvariablen Stör- und Zustandsgrößenberechners (24) eine Amplitude und eine Phase der Lenkraddrehschwingung bei der Ermittlung des
- 20 Kompensationsmoments (M_{Komp}) berücksichtigt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein bereits kompensierter Anteil der Lenkraddrehschwingungen bei der Ermittlung des Kompensationsmoments (M_{Komp}) berücksichtigt wird.
- 25
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Kompensationsmoment (M_{Komp}) zu dem frequenzvariablen Stör- und Zustandsgrößenberechner (24) rückgeführt wird.
- 30 5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der frequenzvariable Stör- und Zustandsgrößenberechner (24) ein Modell einer sinusförmigen Störung und ein Modell des Übertragungsverhaltens von einem Moment des Momentenstellers (7) auf das

Drehstabmoment umfasst und dass die Störung und das Übertragungsverhalten bei der Ermittlung des Kompensationsmoments (M_{Komp}) berücksichtigt werden.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Modell das Übertragungsverhalten zumindest im für die Lenkraddreherschwingungen relevanten Frequenzbereich bezüglich des Amplitudengangs als auch bezüglich des Phasengangs beschreibt.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Kompensationsmoment (M_{Komp}) nur ermittelt wird, wenn mittels eines Prüfverfahrens auf das Vorliegen einer Lenkraddreherschwingung geschlossen wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass auf das Vorliegen einer Lenkraddreherschwingung geschlossen wird, falls eine Fahrzeuggeschwindigkeit ($v(t)$), eine Raddrehzahl oder eine mit einer Raddrehzahl korrelierenden Größe innerhalb eines vorgebbaren Bereichs ist und das Lenksystem zumindest im wesentlichen in einer Geradeausstellung betrieben wird.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Prüfverfahren die Auswertung einer aktuellen Amplitude des Drehstabmoments umfasst, wobei die Amplitude vorzugsweise mittels eines Schätzverfahrens ermittelt wird.
10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das erfasste Drehstabmoment gefiltert wird und das gefilterte Drehstabmoment dem frequenzvariablen Stör- und Zustandsgrößenberechner (24) für die Ermittlung des Kompensationsmoments (M_{Komp}) zugeführt wird.
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass als Filter ein variabler Bandpass (23) verwendet wird, in Abhängigkeit von einer Fahrzeuggeschwindigkeit ($v(t)$), einer Raddrehzahl oder einer mit einer Raddrehzahl korrelierenden Größe eine Anregungsfrequenz (f_0) gebildet wird und eine

Mittenfrequenz des variablen Bandpasses (23) in Abhängigkeit von der Anregungsfrequenz (f_0) gewählt wird.

12. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der frequenzvariable Stör- und Zustandsgrößenberechner (24) bezüglich mindestens einer Größe parametrierbar ist und eine Adaption mindestens einer Funktion des frequenzvariablen Stör- und Zustandsgrößenberechners (24) zur Kompensation von einer Serienstreuung und/oder zur Kompensation von einer Alterung des Lenksystems durch Veränderung des mindestens einen Parameters erfolgt.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Parameter in Abhängigkeit von einer ermittelten Kompensationsgüte verändert wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Kompensationsgüte durch Auswerten einer Amplitude einer noch verbleibenden Restschwingung in dem Drehstabmoment bestimmbar ist.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Adaption des frequenzvariablen Stör- und Zustandsgrößenberechners (24) zumindest eine Adaption des Modells des Übertragungsverhaltens umfasst.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der frequenzvariable Stör- und Zustandsgrößenberechner (24) als ein untrennbares Modul ausgebildet ist, das in Abhängigkeit von dem Drehstabmoment (MTB) das Kompensationsmoment (M_{Komp}) ermittelt, wobei der frequenzvariable Stör- und Zustandsgrößenberechner (24) insbesondere das Modell des Übertragungsverhaltens umfasst.

30

17. Vorrichtung zur Kompensation von Lenkraddrehschwingungen während des Betriebs eines Lenksystems (1) in einem Fahrzeug, wobei das Lenksystem (1)

einen ansteuerbaren Momentensteller (7) und Mittel (15) zum Bestimmen eines
aktuellen Drehstabmoments (MTB) aufweist und wobei die Vorrichtung Mittel zum
Bestimmen eines Kompensationsmoments (MKomp) in Abhängigkeit von dem
aktuellen Drehstabmoment (MTB) und Mittel zum Ansteuern des Momentenstellers
5 (7) in Abhängigkeit von dem Kompensationsmoment (MKomp), dadurch
gekennzeichnet, dass die Vorrichtung einen frequenzvariablen Stör- und
Zustandsgrößenberechner (24) umfasst, wobei der frequenzvariable Stör- und
Zustandsgrößenberechner (24) zur Bestimmung des Kompensationsmoments
(MKomp) in Abhängigkeit von dem Drehstabmoment (MTB) oder einer in Abhängigkeit
10 von dem Drehstabmoment (MTB) gebildeten Größe ausgebildet ist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die
Vorrichtung Mittel zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1
bis 16 aufweist.

15

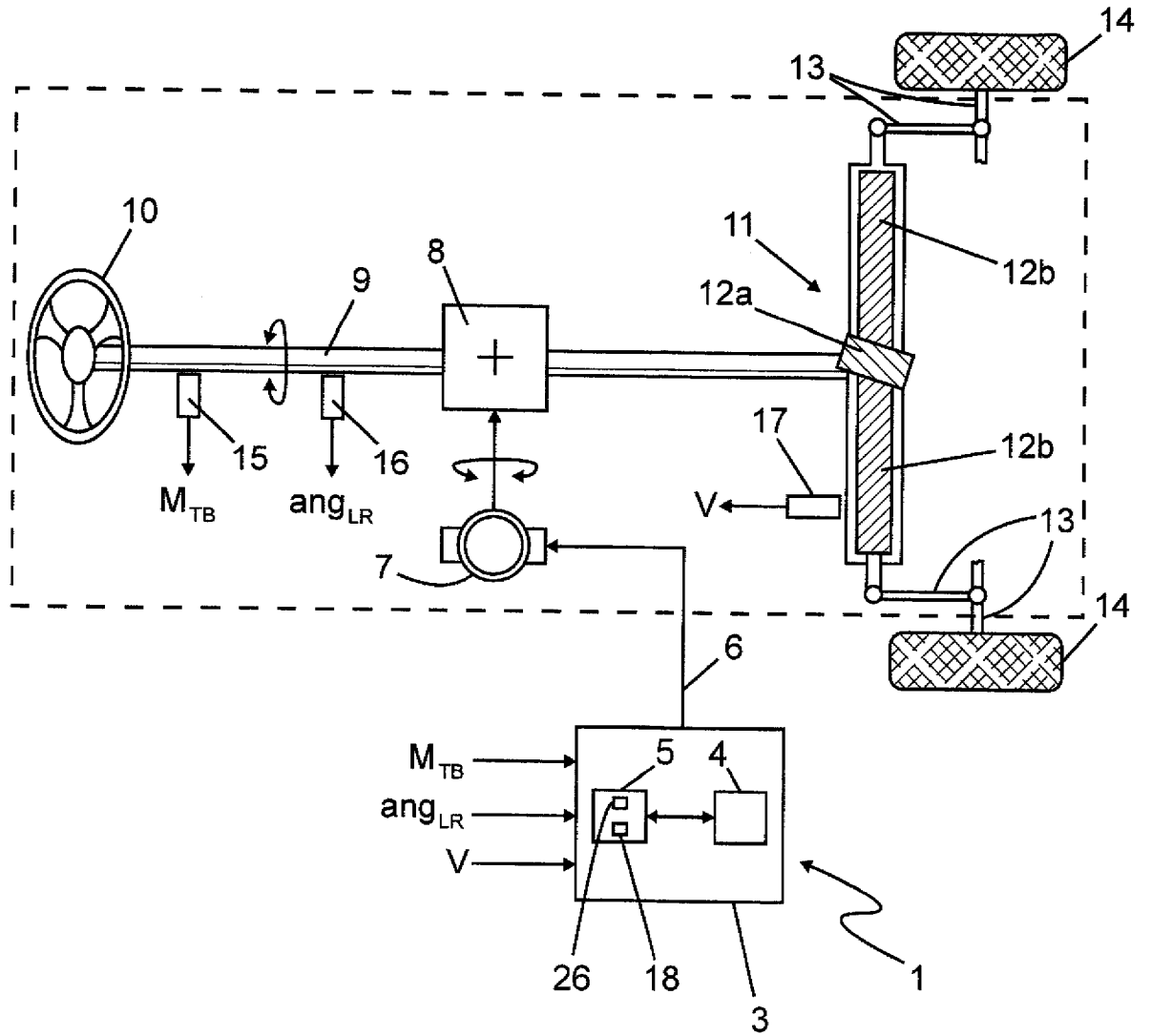


Fig.1

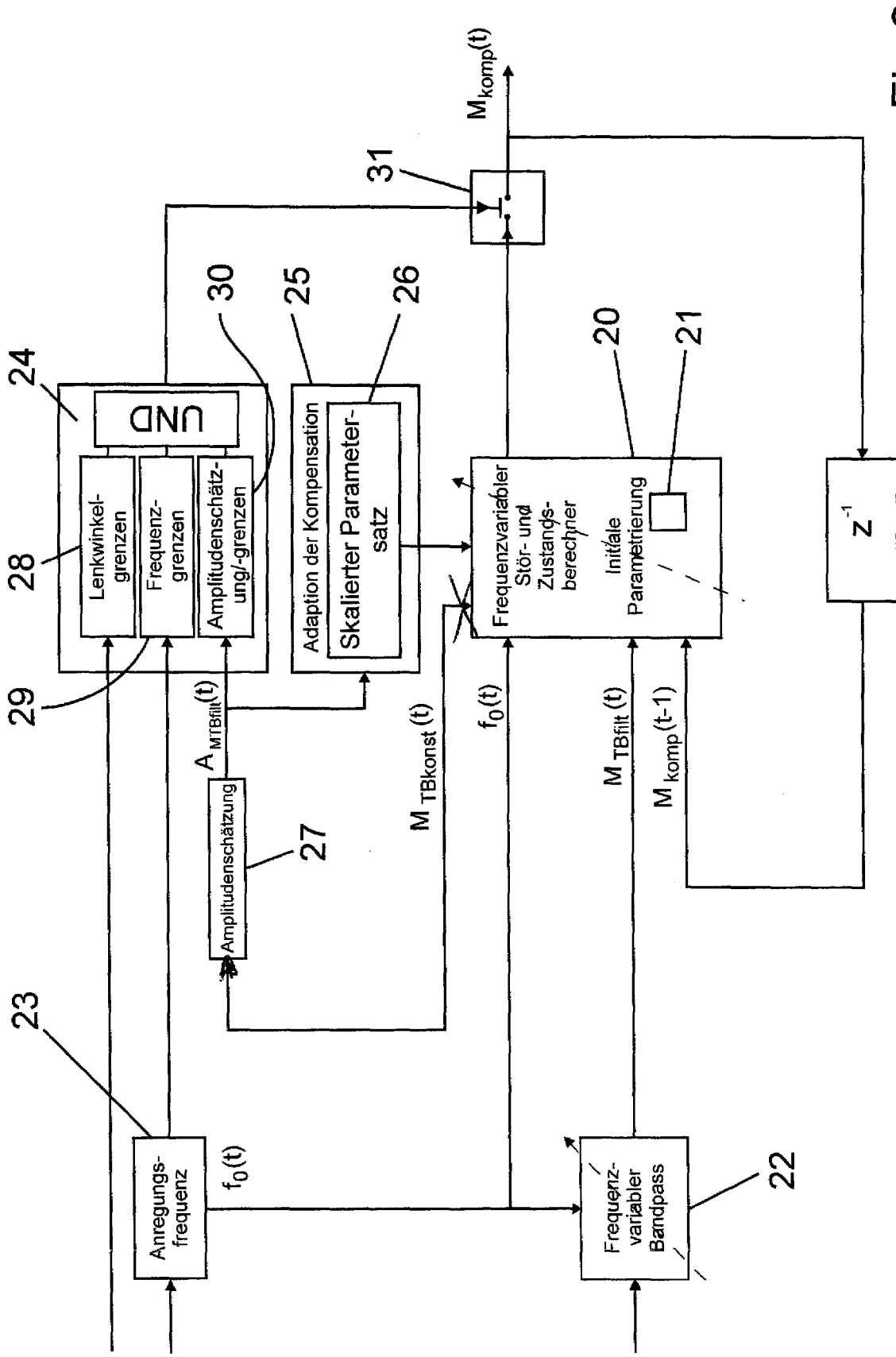


Fig.2

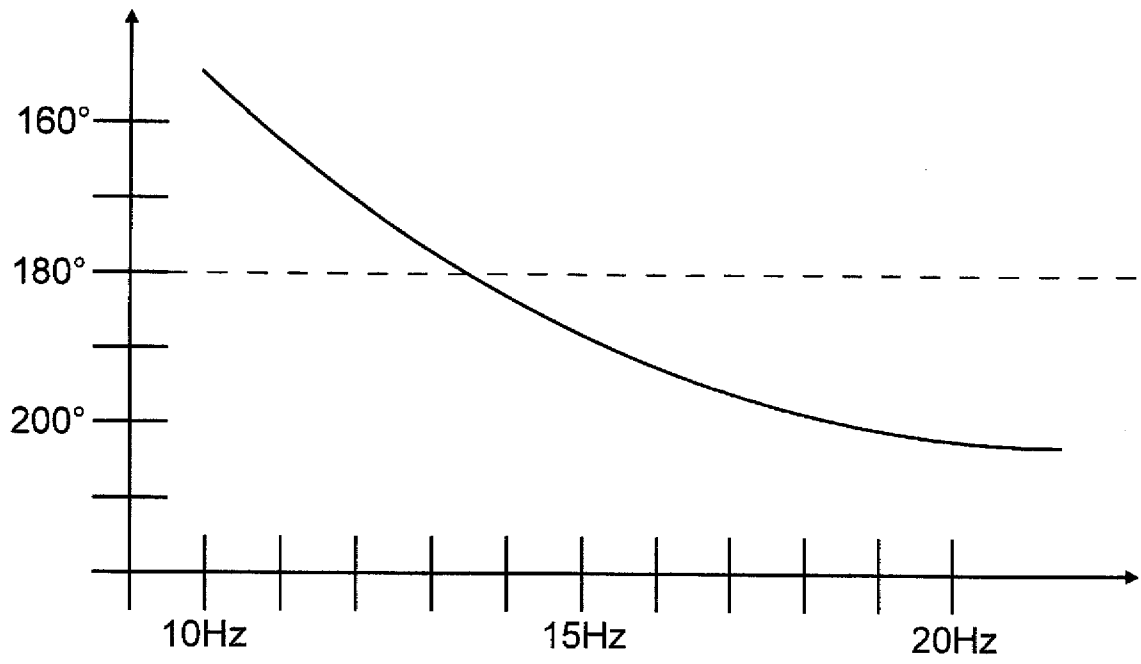


Fig.3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2011/061471

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. B62D5/04
 ADD..

According to International Patent Classification (IPC) onto both national Classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (Classification System followed by Classification Symbols)
 B62D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
 EPO-Internal

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No.
X	EP 2 006 188 A2 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 24 December 2008 (2008-12-24) Paragraph [0001] - paragraph [0023] ; figures 1-9 -----	1-18
X	US 2002/056587 AI (SHIBASAKI KENICHI [JP] ET AL) 16 May 2002 (2002-05-16) Paragraph [0001] - paragraph [0097] ; figures 1-32 -----	1-18
X	EP 1 640 246 A2 (NISSAN MOTOR [JP]) 29 March 2006 (2006-03-29) paragraph [0001] - paragraph [0402] ; figures 1-77 -----	1-18
X	US 5 894 205 A (SHIMIZU YASUO [JP] ET AL) 13 April 1999 (1999-04-13) column 1, line 5 - column 9, line 33; figures 1-5 -----	1-18

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general State of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
--	--

Date of the actual completion of the international search 26 August 2011	Date of mailing of the international search report 09/09/2011
---	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Baeza Felez, Luís
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2011/061471

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2006188	A2	24-12-2008	CN 101395056 A 25-03-2009
			Wo 2007119333 AI 25-10-2007
			JP 2011147343 A 28-07-2011
			KR 20080085178 A 23-09-2008
			US 2010235047 AI 16-09-2010
			US 2011137525 AI 09-06-2011

US 2002056587	AI	16-05 -2002	DE 10146975 AI 04-07-2002
			JP 3899797 B2 28-03-2007
			JP 2002096752 A 02-04-2002

EP 1640246	A2	29-03 -2006	JP 4349309 B2 21-10-2009
			JP 2006117223 A 11-05-2006
			US 2006069481 AI 30-03-2006

US 5894205	A	13-04 -1999	JP 2962683 B2 12-10-1999
			JP 10157636 A 16-06-1998

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B62D5/04
 ADD.
 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE
 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B62D
 Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
 EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 2 006 188 A2 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 24. Dezember 2008 (2008-12-24) Absatz [0001] - Absatz [0023]; Abbi l dungen 1-9 -----	1-18
X	US 2002/056587 AI (SHIBASAKI KENICHI [JP] ET AL) 16. Mai 2002 (2002-05-16) Absatz [0001] - Absatz [0097]; Abbi l dungen 1-32 -----	1-18
X	EP 1 640 246 A2 (NISSAN MOTOR [JP]) 29. März 2006 (2006-03-29) Absatz [0001] - Absatz [0402]; Abbi l dungen 1-77 -----	1-18
X	US 5 894 205 A (SHIMIZU YASUO [JP] ET AL) 13. April 1999 (1999-04-13) Spalte 1, Zei le 5 - Spalte 9, Zei le 33; Abbi l dungen 1-5 -----	1-18

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :	"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist	"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft er-scheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)	"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht	
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist	

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
26. August 2011	09/09/2011

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Baeza Felez, Luís
--	--

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/061471

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2006188	A2	24-12-2008	CN 101395056 A 25-03-2009
			WO 2007119333 AI 25-10-2007
			JP 2011147343 A 28-07-2011
			KR 20080085178 A 23-09-2008
			US 2010235047 AI 16-09-2010
			US 2011137525 AI 09-06-2011

US 2002056587	AI	16-05-2002	DE 10146975 AI 04-07-2002
			JP 3899797 B2 28-03-2007
			JP 2002096752 A 02-04-2002

EP 1640246	A2	29-03-2006	JP 4349309 B2 21-10-2009
			JP 2006117223 A 11-05-2006
			US 2006069481 AI 30-03-2006

US 5894205	A	13-04-1999	JP 2962683 B2 12-10-1999
			JP 10157636 A 16-06-1998
