



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 041 616 B4** 2009.03.05

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 041 616.8**

(22) Anmeldetag: **27.08.2004**

(43) Offenlegungstag: **09.03.2006**

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **05.03.2009**

(51) Int Cl.⁸: **B62D 5/04** (2006.01)
B62D 6/00 (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. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:

Continental Automotive GmbH, 30165 Hannover, DE

(72) Erfinder:

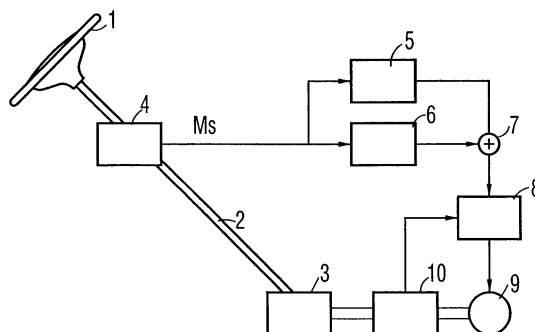
Herb, Robert, 63065 Offenbach, DE

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

DE 102 01 704 A1
US 63 60 151 B1

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Lenkunterstützung in einem Fahrzeug**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Lenkunterstützung in einem Fahrzeug mit einem Lenkrad (1), einer Lenkwelle (2) und einem Lenkgetriebe (3), wobei ein auf das Lenkgetriebe (3) wirkender Motor (9) in Abhängigkeit eines von einem Lenkmomentsensor (4) gemessenen Lenkmoments (M_s) gesteuert wird, dadurch gekennzeichnet, dass das gemessene Lenkmoment (M_s) um eine aus einem Trägheitsmoment (J_l) und einer Drehbeschleunigung (b_s) des Lenkrades (1) gebildeten Korrekturgröße (K) vermindert wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Lenkunterstützung in einem Fahrzeug mit einem Lenkrad, einer Lenkwelle und einem Lenkgetriebe, wobei ein auf das Lenkgetriebe wirkender Motor in Abhängigkeit eines von einem Lenkmomentsensor gemessenen Lenkmoments gesteuert wird.

[0002] Elektrische Lenkunterstützungssysteme – auch Lenkhilfe genannt – enthalten in der Regel einen an der Lenkwelle angebrachten Lenkmomentsensor, der das vom Fahrer aufgebrachte Lenkmoment detektieren soll. Ferner ist ein Motor mit dem Lenkgetriebe verbunden, der das Unterstützungsmoment aufbringt.

[0003] Um dem Fahrer das Gefühl einer nicht unterstützten Lenkung zu geben, insbesondere bei schnellen Bewegungen des Lenkrades, sind verschiedene Vorschläge gemacht worden. So ist beispielsweise der gattungsbildenden US 6,360,151 B1 die Kompensation des Trägheitsmoments des Elektromotors beschrieben. Ferner wurde in DE 102 01 704 A1 ein elektrisches Motorsteuergerät für ein Servo-Lenkgerät beschrieben, das eine passende Lenkkraft an ein Lenkrad gemäß den Fahrbedingungen abgeben kann. Dabei wird auch die Winkelgeschwindigkeit des Lenkrades berücksichtigt.

[0004] Das vom Lenkmomentsensor ermittelte Moment ist nicht ausschließlich das vom Fahrer aufgebrachte Lenkmoment, sondern eine Überlagerung aus diesem und dem Moment, das aus der Beschleunigung des Lenkrades herrührt.

[0005] Es hat sich jedoch herausgestellt, dass es für viele Lenkfunktionen besser ist, das reine Lenkmoment, das der Fahrer aufbringt, zur Steuerung der Lenkhilfe zu verwenden.

[0006] Diese Aufgabe wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren dadurch gelöst, dass das gemessene Lenkmoment um eine aus dem Trägheitsmoment und der Drehbeschleunigung des Lenkrades gebildeten Korrekturgröße vermindert wird. Vorzugsweise ist dabei vorgesehen, dass die Korrekturgröße durch Multiplikation einer Eingangsgröße mit einem gespeicherten Trägheitsmoment des Lenkrades gebildet wird.

[0007] Die Bildung und Anwendung der Korrekturgröße – in der Regelungstechnik auch Beobachter genannt – ermöglichen eine exaktere Lenkunterstützung und damit auch eine exaktere Lenkung. Die Drehbeschleunigung des Lenkrades wird im Folgenden auch Lenkwinkelbeschleunigung genannt.

[0008] Sofern ein Sensor für die Lenkradbeschleunigung vorhanden ist oder ein Wert dafür bereits von

anderen Systemen im Fahrzeug abgeleitet ist, kann bei dem erfindungsgemäßen Verfahren vorgesehen sein, dass die Eingangsgröße die Lenkradbeschleunigung ist.

[0009] Zur Verwendung eines Lenkwinkelsensors kann das erfindungsgemäße Verfahren derart ausgestaltet sein, dass die Eingangsgröße aus dem Lenkwinkel durch zweifache Ableitung gebildet wird. Die für das erfindungsgemäße Verfahren erforderlichen Rechenfunktionen werden vorzugsweise mit Hilfe eines geeigneten Prozessors durchgeführt. Eine Ableitung kann dann in einfacher Weise durch Differenzbildung zweier aufeinander folgender Werte der Eingangsgröße erfolgen – vorausgesetzt es liegt ein Lenkwinkelsensor mit ausreichender Auflösung und Dynamik vor.

[0010] Steht ein Sensor zur Messung der Drehgeschwindigkeit der Lenkwelle zur Verfügung, so kann das erfindungsgemäße Verfahren auch derart ausgebildet sein, dass die Eingangsgröße durch Ableitung aus der Drehgeschwindigkeit der Lenkwelle gebildet wird.

[0011] Zur Steuerung des Motors sind häufig ohnehin Sensoren erforderlich, beispielsweise Drehwinkelsensoren. Diese können für das erfindungsgemäße Verfahren dadurch verwendet werden, dass die Eingangsgröße aus dem Drehwinkel des Motors durch zweifache Ableitung gebildet wird und dass in die Korrekturgröße multiplikativ das Untersetzungsverhältnis des Lenkgetriebes eingeht.

[0012] In ähnlicher Weise kann auch ein Drehzahlsensor des Motors dadurch verwendet werden, dass die Eingangsgröße durch Ableitung der Drehzahl des Motors gebildet wird und dass in die Korrekturgröße multiplikativ das Untersetzungsverhältnis des Lenkgetriebes eingeht.

[0013] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung anhand mehrerer Figuren dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigt:

[0014] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung einer bekannten Lenkhilfe,

[0015] [Fig. 2](#) eine schematische Darstellung einer Lenkhilfe nach dem erfindungsgemäßen Verfahren,

[0016] [Fig. 3](#) bis [Fig. 7](#) Blockschaltbilder von Beobachtern für das erfindungsgemäße Verfahren, die an verschiedene Sensoren angepasst sind.

[0017] Die [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) zeigen jeweils ein Lenkrad **1** mit einer Lenkwelle **2**, welche die Drehung des Lenkrades **1** auf ein Lenkgetriebe **3** überträgt. An der Lenkwelle **2** befindet sich ein Lenkmomentsensor **4**,

der aus der Torsion der Lenkwelle **2** eine dem Lenkmoment entsprechende Größe M_s ableitet. Diese wird über die Komponenten EPS-Basisunterstützung **5** und EPS-Lenkfunktion **6** sowie über einen Addierer **7** einer Motorsteuereinrichtung **8** zugeführt, an deren Ausgang ein Motor **9** angeschlossen ist, der auf das Lenkgetriebe **3** wirkt. Außerdem verfügt der Motor **9** über einen Motorpositionssensor **10** (Drehwinkelsensor), der die jeweilige Motorposition an die Motorsteuereinrichtung **8** meldet. Dies ist beispielsweise bei kollektorlosen Gleichstrommotoren erforderlich. Die EPS-Basisunterstützung **5** (EPS = Electronic Power Steering) beinhaltet die Grundfunktionen, während die EPS-Lenkfunktion **6** weitere Funktionen enthält, die von Fahrzeug zu Fahrzeug bzw. von Fahrzeug- zu Fahrzeug-Hersteller verschieden sein können.

[0018] Bei der in [Fig. 2](#) dargestellten Lenkhilfe nach dem erfindungsgemäßen Verfahren ist zwischen dem Lenkmomentsensor **4** und den Eingängen der Einrichtungen **5**, **6** ein Beobachter **11** eingefügt. Dieser erhält vom Motorpositionssensor **10** die jeweilige Motorposition, aus welcher eine Korrekturgröße K abgeleitet wird. Die Ableitung der Korrekturgröße im Beobachter **11** wird für dieses Ausführungsbeispiel später anhand von [Fig. 6](#) näher erläutert. Die Ausgangsgröße ist dann das Lenkmoment M_f , das vom Fahrer aufgebracht wird.

[0019] Das Fahrer-Lenkmoment M_f errechnet sich wie folgt aus der Anwendung des Drallsatzes:

$$J_l \cdot b_l = M_f + M_s,$$

dabei ist

J_l das Trägheitsmoment des Lenkrades,
 b_l die Lenkwinkelbeschleunigung,
 M_f das vom Fahrer aufgebrachte Lenkmoment und
 M_s das vom Lenkmomentsensor gemessene Moment.

[0020] Stellt man diese Gleichung nach M_f um, so erhält man folgende Gleichung, wie sie für den Beobachter zu implementieren ist:

$$M_f = J_l \cdot b_l - M_s.$$

[0021] [Fig. 3](#) zeigt einen Beobachter **11.1**, der einen Subtrahierer **12** und einen Multiplizierer **13** enthält. Vom Lenkmomentsensor **4** wird das Moment M_s zugeführt, während von einem Sensor **14** die Lenkwinkelbeschleunigung b_s zugeführt wird. Durch Multiplikation der Lenkwinkelbeschleunigung b_s mit dem aus einem Speicher **15** ausgelesenen Trägheitsmoment J_l des Lenkrades bei **13** entsteht eine Korrekturgröße, die dem Subtrahierer **12** zugeführt wird. Daraus geht das vom Fahrer aufgebrachte Lenkmoment M_f hervor. Dies wird über den Ausgang **16** den weiteren Komponenten des Lenkhilfesystems nach [Fig. 2](#)

zugeführt.

[0022] Bei dem in [Fig. 4](#) dargestellten Ausführungsbeispiel eines Beobachters **11.2** ist ein Lenkwinkelsensor **17** vorgesehen, dessen Ausgangsgröße w_s zweimal nach der Zeit abgeleitet wird, um zur Lenkwinkelbeschleunigung zu gelangen. Dazu wird im Beobachter **11.2** die abzuleitende Größe bei **18** bis **21** jeweils um ein Zeitelement $Z-1$ verzögert und von der unverzögerten Größe subtrahiert, was jeweils eine zeitliche Ableitung ergibt.

[0023] Dem Beobachter **11.3** nach [Fig. 5](#) wird von einem Sensor **22** die Lenkwinkelgeschwindigkeit v_s zugeführt und bei **20** und **21** einmal abgeleitet, so dass die Lenkwinkelbeschleunigung b_l entsteht.

[0024] Das Ausführungsbeispiel eines Beobachters **11.4** nach [Fig. 6](#) erhält Informationen über die Lenkwinkelbeschleunigung vom Motorwinkelsensor **10**, dessen Größe w_m bei **18** bis **21** zweimal abgeleitet wird, worauf die Winkelbeschleunigung b_m des Motors entsteht. Da jedoch die Korrekturgröße K mit der Lenkwinkelbeschleunigung gebildet werden soll, wird bei dem Beobachter **11.4** aus einem Speicher **23** das Untersetzungsverhältnis $1:x$ ausgelesen. Damit wird das Trägheitsmoment J_l des Lenkrades bei **24** multipliziert. Das Ergebnis wird dann wie bei den anderen Beobachtern mit dem Multiplizierer **13** mit der Lenkwinkelbeschleunigung b_s multipliziert.

[0025] Bei dem Ausführungsbeispiel nach [Fig. 7](#) erhält der Beobachter **11.5** von einem Sensor **25** die Drehzahl des Motors d_m , aus der durch Ableitung bei **20**, **21** die Beschleunigung b_m des Motors abgeleitet wird. Das Untersetzungsverhältnis des Getriebes wird wie bei dem Ausführungsbeispiel nach [Fig. 6](#) berücksichtigt.

Bezugszeichenliste

1	Lenkrad
2	Lenkwelle
3	Lenkgetriebe
4	Lenkmomentsensor
5	EPS-Basisunterstützung
6	EPS-Lenkfunktion
7	Addierer
8	Motorsteuereinrichtung
9	Motor
10	Motorpositionssensor
11	Beobachter
12	Subtrahierer
13	Multiplizierer
14	Sensor
15	Speicher
16	Ausgang
17	Lenkwinkelsensor
18	Verzögerung

- 19 Subtrahierer
- 20 Verzögerung
- 21 Subtrahierer
- 22 Sensor
- 23 Speicher
- 24 Multiplizierer
- 25 Sensor

Patentansprüche

1. Verfahren zur Lenkunterstützung in einem Fahrzeug mit einem Lenkrad (1), einer Lenkwelle (2) und einem Lenkgetriebe (3), wobei ein auf das Lenkgetriebe (3) wirkender Motor (9) in Abhängigkeit eines von einem Lenkmomentsensor (4) gemessenen Lenkmoments (M_s) gesteuert wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass das gemessene Lenkmoment (M_s) um eine aus einem Trägheitsmoment (J_l) und einer Drehbeschleunigung (b_s) des Lenkrades (1) gebildeten Korrekturgröße (K) vermindert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrekturgröße (K) durch Multiplikation einer Eingangsgröße mit einem gespeicherten Trägheitsmoment (J_l) des Lenkrades (1) gebildet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingangsgröße die Lenkradbeschleunigung (b_s) ist.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingangsgröße aus einem Lenkwinkel durch zweifache Ableitung gebildet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingangsgröße durch Ableitung aus einer Drehgeschwindigkeit (v_s) der Lenkwelle (2) gebildet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingangsgröße aus einem Drehwinkel (w_m) des Motors (9) durch zweifache Ableitung gebildet wird und dass in die Korrekturgröße (K) multiplikativ ein Untersetzungsverhältnis des Lenkgetriebes (3) eingeht.

7. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingangsgröße durch Ableitung einer Drehzahl (d_m) des Motors (9) gebildet wird und dass in die Korrekturgröße (K) multiplikativ das Untersetzungsverhältnis des Lenkgetriebes (3) eingeht.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

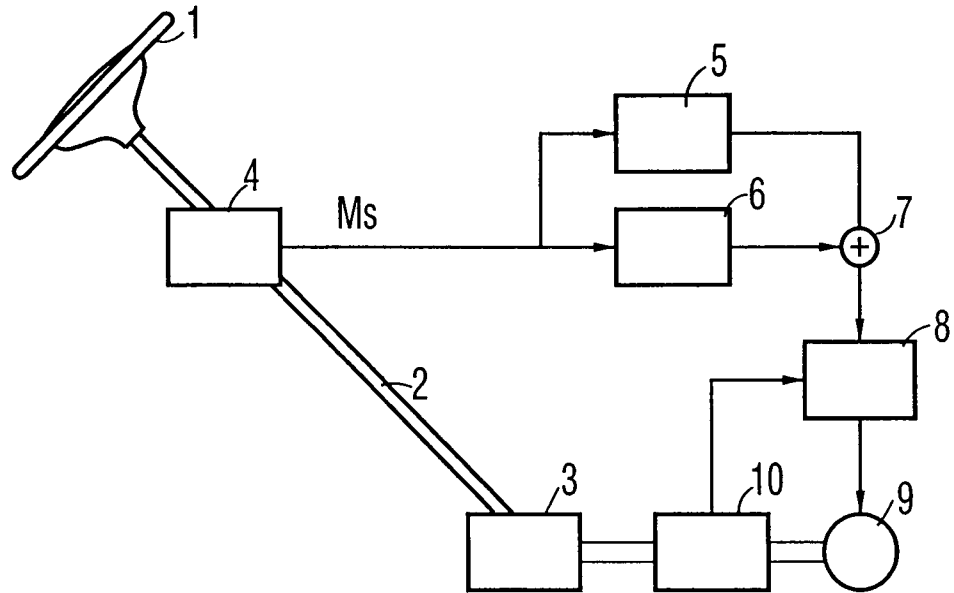


FIG 2

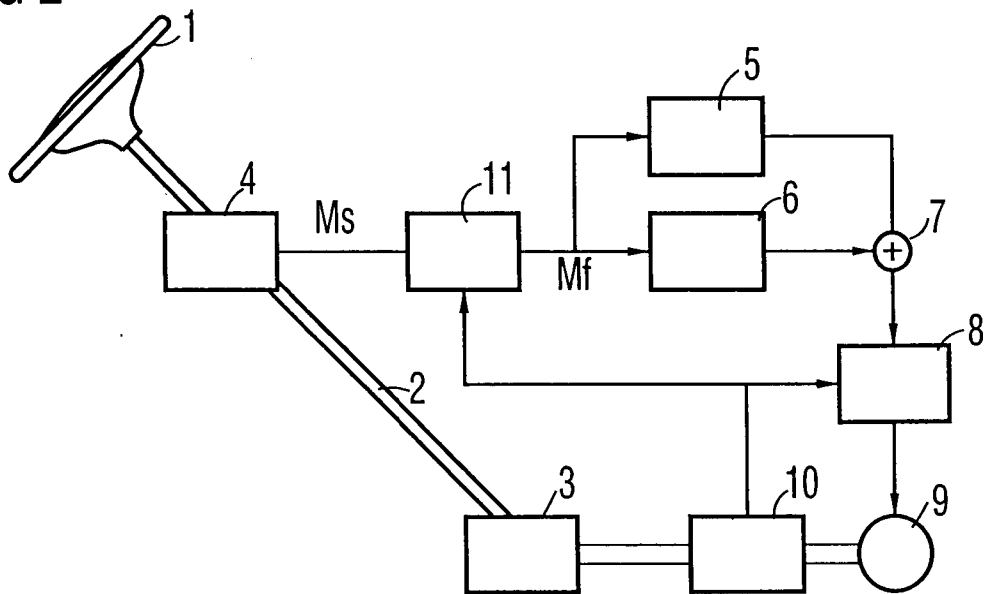


FIG 3

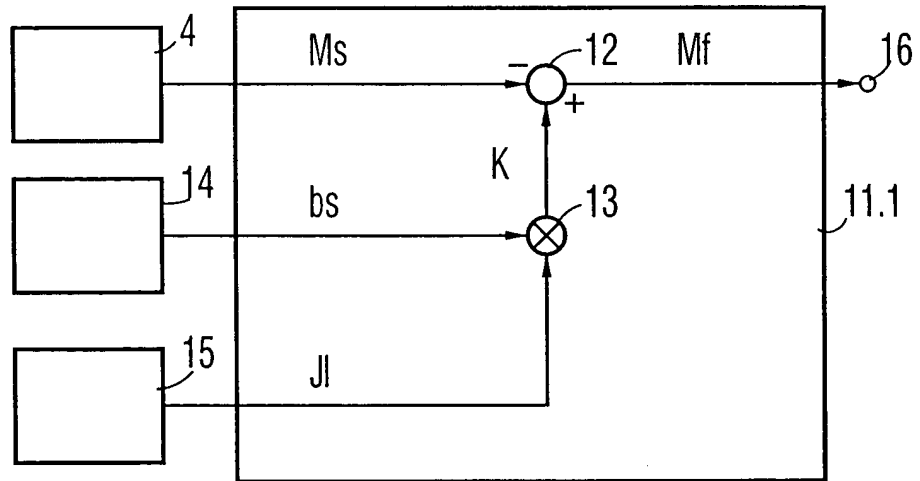


FIG 4

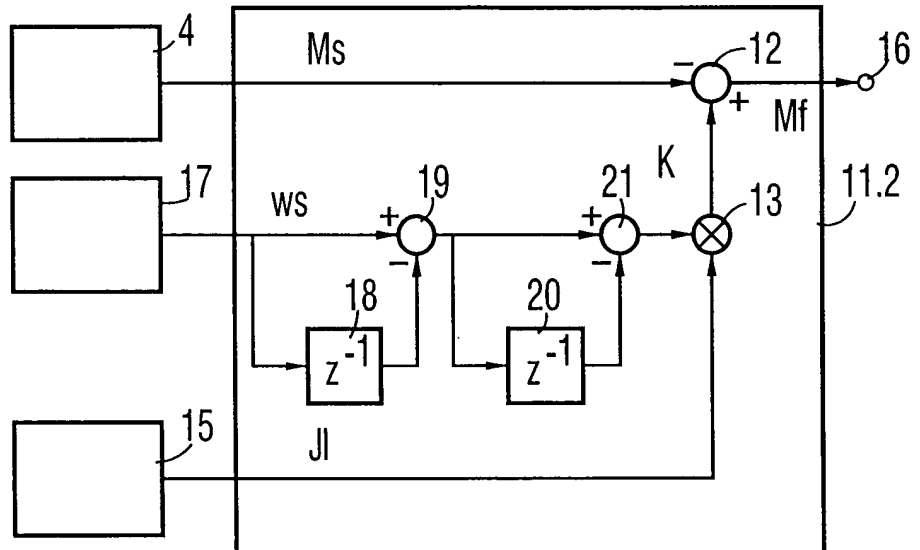


FIG 5

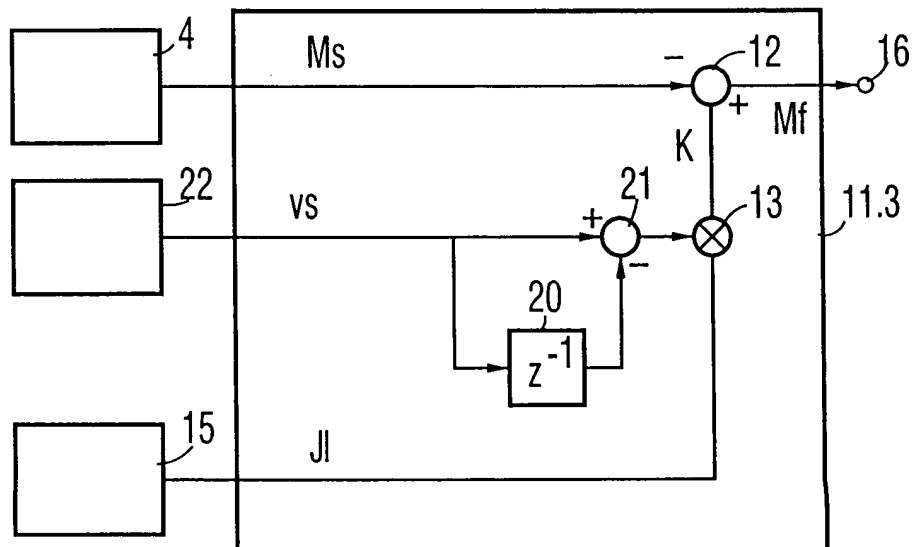


FIG 6

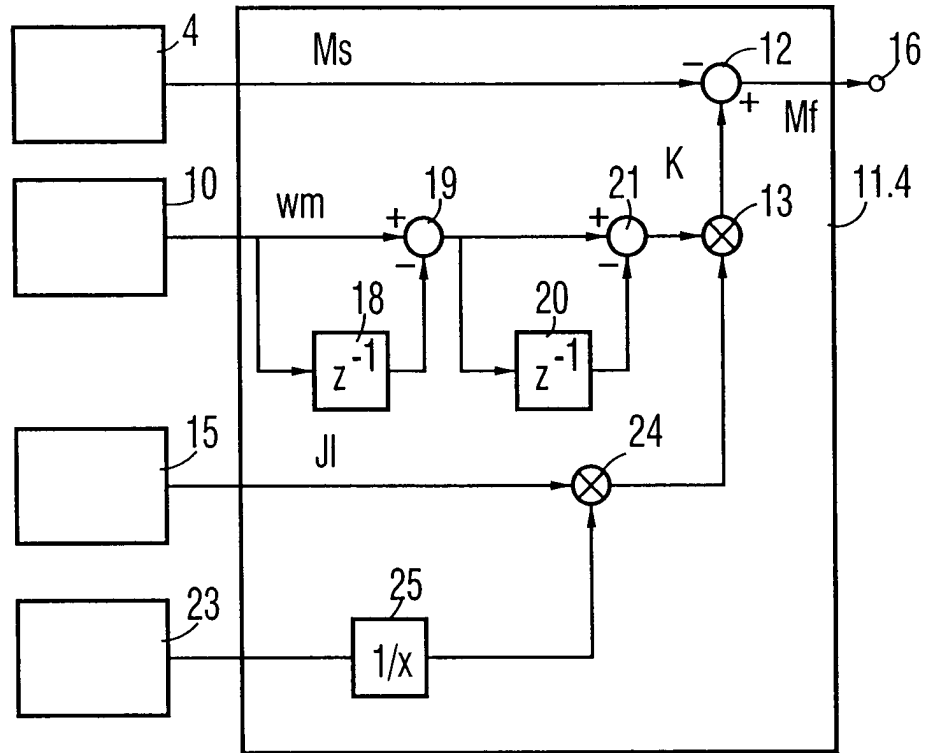


FIG 7

