

(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  
29. August 2013 (29.08.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2013/124121 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
*F16D 48/06* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/051539

(22) Internationales Anmeldedatum:  
28. Januar 2013 (28.01.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2012 202 681.9  
22. Februar 2012 (22.02.2012) DE  
10 2012 211 782.2 6. Juli 2012 (06.07.2012) DE

(71) Anmelder: SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG &  
CO. KG [DE/DE]; Industriestraße 1-3, 91074  
Herzogenaurach (DE).

(72) Erfinder: ANGRICK, Carsten; Kniebisstr. 4, 77767  
Appenweiler (DE). REIBOLD, Ekkehard; Geigerstraße 5  
a, 77933 Lahr (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,  
RW, 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, RW, SD, SL, SZ,  
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING A FRICTION CLUTCH

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINER REIBUNGSKUPPLUNG

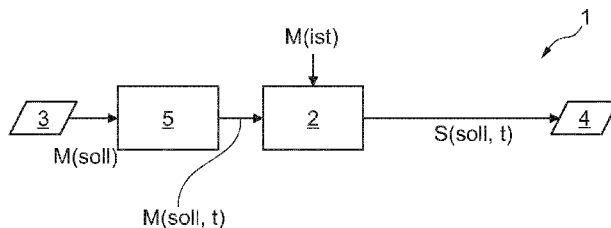


Fig. 2

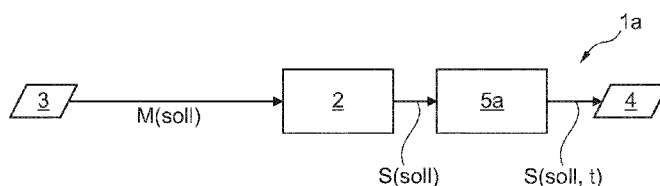


Fig. 3

(57) Abstract: The invention relates to a method for  
controlling a friction clutch arranged between an internal  
combustion engine and a gearbox by means of a control  
device which, by means of a clutch actuator subject to a  
prescribed target torque, controls actual torque transferred  
via the friction clutch and adjusted by a control variable  
assigned to the target torque by means of a conversion  
function. In order to further improve the friction clutch  
control, a dynamic hysteresis of the actual torque between  
an opening process and a closing process of the friction  
clutch subject to an actuation speed of the clutch actuator is  
compensated for by means of a filter with a specifiable time  
constant connected between an input of the target torque  
and an output of the control variable.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein  
Verfahren zur Steuerung einer zwischen einer  
Brennkraftmaschine und einem Getriebe angeordneten  
Reibungskupplung mittels einer Steuereinrichtung, welche  
mittels eines Kupplungsaktors abhängig von einem  
vorgegebenen Sollmoment ein mittels einer von

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

Fig. 2  
3 – 5 M(nominal)  
5 – 2 M(nominal, t)  
2 M(actual)  
2 – 4 S(nominal, t)

Fig. 3  
3 – 2 M(nominal)  
2 – 5a S(nominal)  
5a – 4 S(nominal, t)



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).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

einer Konvertierungsfunktion dem Sollmoment zugeordneten Stellgröße eingestelltes, über die Reibungskupplung übertragenes Istmoment steuert. Um die Steuerung der Reibungskupplung weiter zu verbessern, wird eine abhängig von einer Betätigungsgeschwindigkeit des Kupplungsaktors bedingte dynamische Hysterese des Istmoments zwischen einem Öffnungs- und einem Schließvorgang der Reibungskupplung mittels eines zwischen einer Eingabe des Sollmoments und einer Ausgabe der Stellgröße geschalteten Filters mit einer vorgebbaren Zeitkonstante kompensiert.

### **Verfahren zur Steuerung einer Reibungskupplung**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer zwischen einer Brennkraftmaschine und einem Getriebe angeordneten Reibungskupplung mittels einer Steuereinrichtung, welche mittels eines Kupplungsaktors abhängig von einem vorgegebenen Sollmoment ein mittels einer von einer Konvertierungsfunktion dem Sollmoment zugeordneten Stellgröße eingestelltes, über die Reibungskupplung übertragenes Istmoment steuert.

Automatisierte Reibungskupplungen in Antriebssträngen von Kraftfahrzeugen sind hinreichend bekannt. Hierbei wird die automatisierte Reibungskupplung von einem Kupplungsaktor betätigt, der von einer Steuereinrichtung anhand einer von der Steuereinrichtung abhängig von Steuergrößen wie beispielsweise einem von dem Fahrer vorgegebenen Fahrerwunschloment und dergleichen ausgegebenen Sollmoment gesteuert wird. Hierbei wird das über die Kupplung zu übertragende Sollmoment mittels einer Konvertierungsfunktion, in die die geometrischen und physikalischen Eigenschaften der Reibungskupplung und des Kupplungsaktors eingehen, in eine Stellgröße konvertiert, die je nach Ausbildung des Kupplungsaktors mit elektrischem, hydraulischem oder pneumatischem Antrieb entsprechend als elektrische, hydraulische oder pneumatische Stellgröße ausgebildet ist und einem Betätigungsweg des Kupplungsaktors zur Einstellung eines entsprechenden Kupplungswegs entspricht. Wird beispielsweise ein Hebelaktor mit einem Elektromotor eingesetzt, wird ein dem Betätigungsweg entsprechendes elektrisches Signal an den Elektromotor beziehungsweise an dessen Endstufen ausgegeben. Aufgrund der technischen Eigenschaften des Kupplungsaktors und der Reibungskupplung wie beispielsweise Reibung, Elastizitäten und dergleichen wird abhängig von der Betätigungsrichtung des Kupplungsaktors in Schließ- oder Öffnungswirkung eine sogenannte statische Hysterese übertragen, so dass bei vorgegebener Stellgröße abhängig von der Betätigungsrichtung unterschiedliche Istmomente eines über die Reibungskupplung übertragbaren Moments eingestellt werden. Aus der DE 10 2011 011 152 ist ein Verfahren zur Steuerung einer Reibungskupplung bekannt, bei dem die statische Hysterese kompensiert wird. Hierbei wird die Stellgröße zum Betrieb eines bezüglich der statischen Hysterese kompensierten Betriebes des Kupplungsaktors mit einer Korrekturgröße korrigiert. Die Korrekturgröße berücksichtigt dabei nicht eine dynamische Hysterese, die abhängig von der Aktorgeschwindigkeit oder Betätigungsgeschwindigkeit, mit welcher mittels des Kupplungsaktors die Einstellung der Stellgröße vorgenommen wird, ist. Da in der Steuereinrichtung unterschiedlich schnelle Schaltungen der Reibungskupplung beispielsweise abhängig von einer

- 2 -

sportlichen oder komfortablen Betriebsweise vorgesehen sind, ist eine statische Kompensation der Hysterese gegebenenfalls nicht ausreichend, um die Reibungskupplung genau zu steuern.

Aufgabe der Erfindung ist daher, ein Verfahren zur Steuerung einer Reibungskupplung vorzuschlagen, das die auftretende dynamische Hysterese unabhängig von der Schaltgeschwindigkeit der Reibungskupplung kompensiert.

Die Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Die auf diesen bezogenen Unteransprüche geben vorteilhafte Ausführungsformen wieder.

In dem Verfahren zur Steuerung einer zwischen einer Brennkraftmaschine und einem Getriebe angeordneten Reibungskupplung mittels einer Steuereinrichtung, welche mittels eines Kupplungsaktors abhängig von einem vorgegebenen Sollmoment ein mittels einer von einer Konvertierungsfunktion dem Sollmoment zugeordneten Stellgröße eingestelltes, über die Reibungskupplung übertragenes Istmoment steuert, ist vorgesehen, eine abhängig von einer Betätigungsgeschwindigkeit des Kupplungsaktors bedingte dynamische Hysterese des Istmoments zwischen einem Öffnungs- und einem Schließvorgang der Reibungskupplung mittels eines zwischen einer Eingabe des Sollmoments und einer Ausgabe der Stellgröße geschalteten Filters mit einer vorgebbaren Zeitkonstante zu kompensieren.

Bei Auftreten einer dynamischen Hysterese ist die Einstellung eines Istmoments infolge in dem Kupplungsaktor und/oder in der Reibungskupplung ablaufender Prozesse wie Reibung, elastischer Vorspannung und dergleichen zeitlich verzögert. Um Regelschwingungen und dergleichen durch ein durch Erfassung und Rückführung des Istmoments über- oder unterkompensiertes Sollmoment zu vermeiden, wird in der Steuereinrichtung ein Filter vorgesehen, welches eine verzögerte Ausgabe der Stellgröße bewirkt, so dass die dynamische Hysterese verringert wird. Eine Verzögerung ergibt sich durch die Zeitkonstante. Diese kann situationsbedingt angepasst werden, um eine größere / kleineren Zeitversatz zu erhalten um damit gegebenenfalls die Hysterese genauer abbilden zu können. Grundsätzlich ist dabei die dynamische Hysterese mit einer gleichbleibenden Zeitkonstante arbeiten, wodurch bei maximaler Betätigungsgeschwindigkeit des Kupplungsaktors die bekannte dynamische Hysterese nachgebildet wird. Sofern Erfahrungswerte vorhanden sind, kann nun aber die Zeitkonstante auch adaptiert werden, zum Beispiel aufgrund von Alterungserscheinungen oder Temperatureinflüs-

se, oder auch in Abhängigkeit der Position weil zum Beispiel in einem Bereich der Kupplung die dynamischen Hysterese weniger ausgeprägt ist.

Hierbei kann die Zeitkonstante abhängig vom Sollmoment und/oder der Stellgröße, beispielsweise dem Betätigungsweg sowie von der Betätigungsgeschwindigkeit des Kupplungsaktors vorgegeben werden. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn das Filter als PT1-Filter ausgebildet ist. Zugleich kann eine Adaption der Zeitkonstante und Hysteresebreite von allen Einflussgrößen auf die Reibungskupplung und der Ermittlung der dynamischen Hysterese, beispielsweise von der Position und Betätigungsgeschwindigkeit des Kupplungsaktors abhängig sein. Die Steuereinrichtung konvertiert das an die Reibungskupplung anzulegende Sollmoment mittels der Konvertierungsfunktion in die Stellgröße, die an einem entsprechenden Antrieb des Kupplungsaktors den Sollbetätigungsweg vorgibt und das Istmoment einstellt. Die Konvertierungsfunktion stellt neben dem Greifpunkt, an dem die Reibungskupplung beginnt Moment zu übertragen, eine Zuordnung eines Reibwerts zu einem Betätigungsweg und damit ein bei vorgegebenem Betätigungsweg übertragbares Moment beispielsweise anhand einer Kupplungskennlinie oder eines Kupplungsmodells, eine Adaptierung des Reibwerts an die Lebensdauer, die Temperatur und dergleichen sowie die Kompensation der statischen Hysterese zur Verfügung. Die Kompensation der dynamischen Hysterese kann vor oder nach der Konvertierungsfunktion erfolgen. Dies bedeutet, dass der Filter zu deren Kompensation der Eingabe des Sollmoments nachgeschaltet und vor die Konvertierungsfunktion geschaltet ist. Auf diese Weise wird das Sollmoment zeitlich verzögert. Alternativ kann das Filter der Konvertierungsfunktion nachgeschaltet und der Ausgabe der Stellgröße vorgeschaltet sein, so dass diese direkt verzögert wird. Je nach Zeitverhalten der Konvertierungsfunktion kann die eine oder die andere Anordnung des Filters vorgesehen sein. In weiteren Ausführungsbeispielen kann das Filter in zwei Filterteile mit gleichen oder unterschiedlichen Zeitkonstanten vor und nach der Konvertierungsfunktion aufgeteilt werden. Weiterhin kann eine durch das Filter bewirkte, zeitlich verzögerte Ausgabe der Stellgröße einer in der Konvertierungsfunktion vorgenommenen Kompensation einer stationären Hysterese zugeschlagen werden.

Es hat sich weiterhin als vorteilhaft erwiesen, wenn die Wirkung des Filters begrenzt wird, indem beispielsweise eine Differenz eines Eingangssignals und eines Ausgangssignals des Filters begrenzt wird. Die Begrenzung kann abhängig von der Stellgröße und deren abgeleiteten Parametern wie Betätigungsweg, Istmoment, Sollmoment und /oder Aktorgeschwindigkeit erfolgen.

Die Erfindung wird anhand der in den Figuren 1 bis 5 dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Dabei zeigen:

- Figur 1        ein Blockschaltbild einer Steuerroutine zur Steuerung einer Reibungskupplung ohne Kompensation der dynamischen Hysterese,
- Figur 2        ein Blockschaltbild einer Steuerroutine zur Steuerung einer Reibungskupplung mit Kompensation der dynamischen Hysterese,
- Figur 3        ein Blockschaltbild einer Steuerroutine zur Steuerung einer Reibungskupplung mit Kompensation der dynamischen Hysterese mit gegenüber der Steuereinrichtung der Figur 2 veränderter Anordnung des Filters,
- Figur 4        ein Diagramm zur Darstellung der dynamischen Hysterese  
und
- Figur 5        ein Diagramm zur Darstellung der statischen und dynamischen Hysterese.

Figur 1 zeigt ausschnittsweise die Steuerroutine 10 zur Steuerung einer Reibungskupplung nach dem Stand der Technik. Von der Schnittstelle 13 wird aus Fahrzeugdaten, beispielsweise einem Fahrerwunschmoment, einer Ablaufsteuerung der Steuereinrichtung der Reibungskupplung, von einer Getriebesteuerung und dergleichen das Sollmoment  $M(\text{soll})$ , das über die Reibungskupplung übertragen werden soll, angefordert. In der Konvertierungsfunktion 12 wird aus dem Sollmoment  $M(\text{soll})$  die Stellgröße  $s(\text{soll})$  ermittelt. Diese Ermittlung kann anhand einer bevorzugt adaptierbaren Kupplungskennlinie, eines Kupplungsmodells und dergleichen erfolgen. Weiterhin können in der Konvertierungsfunktion abhängig von dem mittels Sensordaten erfassten oder aus anderen Parametern ermittelten Istmoment  $M(\text{ist})$  des über die Reibungskupplung übertragenen Moments Korrekturgrößen, beispielsweise der statischen Hysterese ermittelt und der Stellgröße  $s(\text{soll})$  aufgeprägt werden. Die Stellgröße  $s(\text{soll})$  steuert den Kupplungsaktor 14 auf einen entsprechenden Betätigungsweg, an dem die Reibungskupplung das entsprechende Sollmoment  $M(\text{soll})$  übertragen soll. Aufgrund der im Übertragungsweg vorhandenen Störungen wird das von dem Sollmoment  $M(\text{soll})$  abweichende Istmoment  $M(\text{ist})$  eingestellt, das in nicht dargestellten Regelungsfunktionen der Steuereinrichtung, beispielsweise mittels einer Schlupfsteuerung und dergleichen auf das Sollmoment  $M(\text{soll})$  geregelt wird. Aufgrund der variablen Aktorgeschwindigkeit des Kupplungsaktors 14, mit der dieser die Stellgröße  $s(\text{soll})$  einstellt, tritt neben der in der Konvertierungsfunktion 12 kompensierten statischen Hysterese eine nicht kompensierte dynamische Hysterese auf.

Figur 2 zeigt abweichend zu der in der Figur 1 dargestellten Steuerroutine 10 die Steuerroutine 1, welche in der Lage ist, auch die dynamische Hysterese zu kompensieren. Hierzu ist zwi-

schen der das Sollmoment  $M(\text{soll})$  anfordernden Schnittstelle 3 und der Konvertierungsfunktion 2 das Filter 5 angeordnet. Das Filter 5 ist als PT1-Filter ausgebildet und verzögert das Sollmoment  $M(\text{soll})$  zu einem der zeitlichen Verzögerung der dynamischen Hysterese des Istmoments  $M(\text{ist})$  entsprechenden Sollmoment  $M(\text{soll}, t)$ , welches der Konvertierungsfunktion 2 zugeführt und zu der Stellgröße  $s(\text{soll}, t)$  konvertiert wird. Zur Synchronisierung der durch die dynamische Hysterese bedingten Zeitversätze zwischen dem Istmoment  $M(\text{ist})$  und dem Sollmoment  $M(\text{soll})$  wird die Zeitkonstante des Filters 5 entsprechend angepasst. Die auf diese Weise korrigierte Stellgröße  $s(\text{soll}, t)$  wird an den Kupplungsaktor 4 ausgegeben.

Figur 3 zeigt eine Abwandlung der Steueroutine 1 der Figur 2 in Form der Steueroutine 1a. Abweichend zu der Steueroutine 1 ist diese mit dem Filter 5a versehen, welches zwischen der Konvertierungsfunktion 2 und dem Kupplungsaktor 4 angeordnet ist. Demzufolge wird das von der Schnittstelle 3 angeforderte Sollmoment  $M(\text{soll})$  unverändert in der Konvertierungsfunktion 2 konvertiert und die Stellgröße  $s(\text{soll})$  entsprechend der Steueroutine 10 der Figur 1 ausgegeben. Das anschließende Filter 5a verzögert die Stellgröße  $s(\text{soll})$  zur Stellgröße  $s(\text{soll}, t)$ , die an den Kupplungsaktor 4 ausgegeben wird. Figur 4 zeigt ein Diagramm der dynamischen Hysterese des Istmoments  $M(\text{ist})$  über den von der Stellgröße eingestellten Betätigungsweg  $s$ . Die Kennlinie 6 gibt dabei das ideale Verhalten des Istmoments  $M(\text{ist})$  gegen den Betätigungsweg  $s$  ohne Hysterese wieder. Wird die Reibungskupplung geöffnet und geschlossen, liegen alle Moment/Weg-Paare auf dieser Kennlinie. Bei Vorliegen einer dynamischen Hysterese folgt das Istmoment  $M(\text{ist})$  dem ausgegebenen Wert des Betätigungswegs  $s$  mit zeitlicher Verzögerung. Beim Schließen der Reibungskupplung werden dabei Moment/Weg-Paare in dem Hysteresebereich 7 und beim Öffnen der Reibungskupplung in dem Hysteresebereich 8 eingestellt. Die genaue Lage dieser Moment/Weg-Paare hängt von der Relation der Betätigungsgeschwindigkeit des Kupplungsaktors gegenüber der Zeitkonstante des Filters 5, 5a (Figuren 2, 3) ab. Bei exakter Einstellung der Zeitkonstante entsteht eine quasistatische Bewegung des Kupplungsaktors, so dass nahe der Kennlinie 6 gearbeitet werden kann.

Figur 5 zeigt ein Diagramm des Istmoments  $M(\text{ist})$  gegen den Betätigungsweg  $s$  mit der idealen Kennlinie 6, den um diese angeordneten Hysteresebereichen 17, 18 der statischen Hysterese und den sich an diese anschließenden Hysteresebereichen 7, 8 der dynamischen Hysterese. Beim Schließen der Reibungskupplung werden Moment/Weg-Paare in den Hysteresebereichen 7 und beim Öffnen der Reibungskupplung in den Hysteresebereichen 8 eingenommen. Die genaue Lage hängt von der Relation der Betätigungsgeschwindigkeit des

- 6 -

Kupplungsaktors gegenüber der Zeitkonstante des dynamischen Hysterese Modells ab. Bei quasistatischer Bewegung stellen sich Moment/Weg-Paare nahe den Grenzlinien 19, 20 zu den Hysteresebereichen 17, 18 ein. Die statische Hysterese wird dabei durch eine entsprechende Korrekturgröße kompensiert, so dass in dem gezeigten Diagramm die Grenzlinien 19, 20 idealerweise zusammenfallen. Die Hysteresebereiche 7, 8 werden eliminiert, indem die Zeitkonstante des Filters 5, 5a (Figuren 2, 3) optimiert wird.

**Bezugszeichenliste**

|           |                        |
|-----------|------------------------|
| 1         | Steueroutine           |
| 1a        | Steueroutine           |
| 2         | Konvertierungsfunktion |
| 3         | Schnittstelle          |
| 4         | Kupplungsaktor         |
| 5         | Filter                 |
| 5a        | Filter                 |
| 6         | Kennlinie              |
| 7         | Hysteresebereich       |
| 8         | Hysteresebereich       |
| 10        | Steueroutine           |
| 12        | Konvertierungsfunktion |
| 13        | Schnittstelle          |
| 14        | Kupplungsaktor         |
| 17        | Hysteresebereich       |
| 18        | Hysteresebereich       |
| 19        | Grenzlinie             |
| 20        | Grenzlinie             |
| M(ist)    | Istmoment              |
| M(soll)   | Sollmoment             |
| M(soll,t) | Sollmoment             |
| s         | Betätigungsweg         |
| s(soll)   | Stellgröße             |
| s(soll,t) | Stellgröße             |

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Steuerung einer zwischen einer Brennkraftmaschine und einem Getriebe angeordneten Reibungskupplung mittels einer Steuereinrichtung, welche mittels eines Kupplungsaktors (4) abhängig von einem vorgegebenen Sollmoment ( $M(\text{soll})$ ) ein mittels einer von einer Konvertierungsfunktion (2) dem Sollmoment ( $M(\text{soll})$ ) zugeordneten Stellgröße ( $s(\text{soll})$ ) eingestelltes, über die Reibungskupplung übertragenes Istmoment ( $M(\text{ist})$ ) steuert, dadurch gekennzeichnet, dass eine abhängig von einer Betätigungsgeschwindigkeit des Kupplungsaktors (4) bedingte dynamische Hysterese des Istmoments ( $M(\text{ist})$ ) zwischen einem Öffnungs- und einem Schließvorgang der Reibungskupplung mittels eines zwischen einer Eingabe des Sollmoments ( $M(\text{soll})$ ) und einer Ausgabe der Stellgröße ( $s(\text{soll}, t)$ ) geschalteten Filters (5, 5a) mit einer vorgebbaren Zeitkonstante kompensiert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Filter (5, 5a) ein PT1-Filter ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Zeitkonstante abhängig von der Stellgröße ( $s(\text{soll}, t)$ ) einstellbar ist.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Zeitkonstante abhängig von einer Betätigungsgeschwindigkeit und/oder zumindest einer für deren Bestimmung weiteren relevanten Größe des Kupplungsaktors (4) eingestellt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Konvertierungsfunktion (2) eine Kupplungskennlinie oder ein Kupplungsmodell ist.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Filter (5) der Eingabe des Sollmoments ( $M(\text{soll})$ ) nachgeschaltet und vor die Konvertierungsfunktion (2) geschaltet ist.
7. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Filter (5a) der Konvertierungsfunktion (2) nachgeschaltet und der Ausgabe der Stellgröße ( $s(\text{soll}, t)$ ) vorgegeschaltet ist.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine durch das Filter (5, 5a) bewirkte, zeitlich verzögerte Ausgabe der Stellgröße ( $s(\text{soll}, t)$ ) einer in der Konvertierungsfunktion (2) ermittelten Korrekturgröße einer stationären Hysterese zugeschlagen wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Differenz einer Eingangs- und Ausgangsgröße des Filters (5, 5a) begrenzt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Differenz abhängig von der Stellgröße  $s(soll,t)$  oder zumindest einer weiteren für diese relevanten Größe begrenzt wird.

1/2

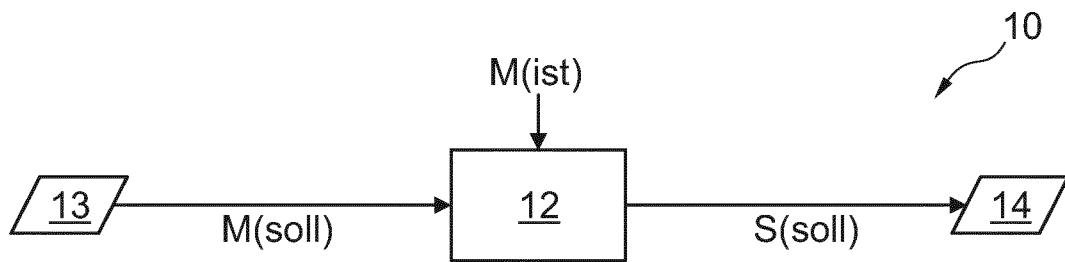


Fig. 1

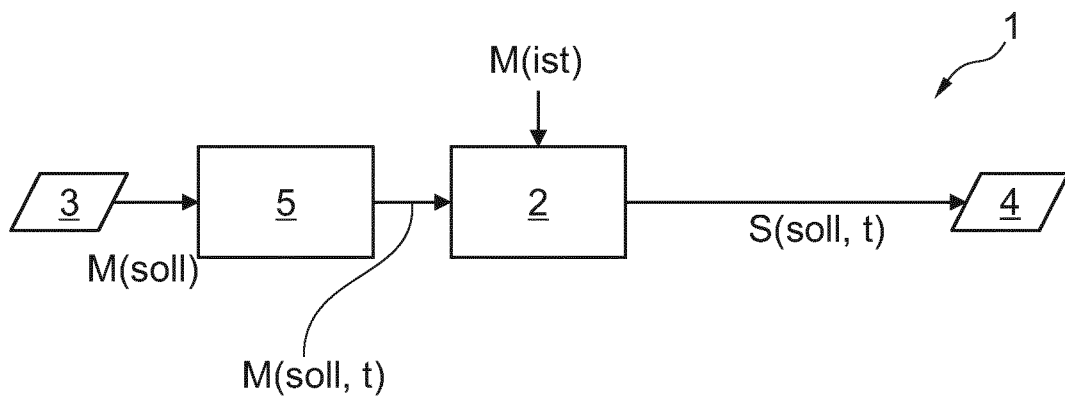


Fig. 2

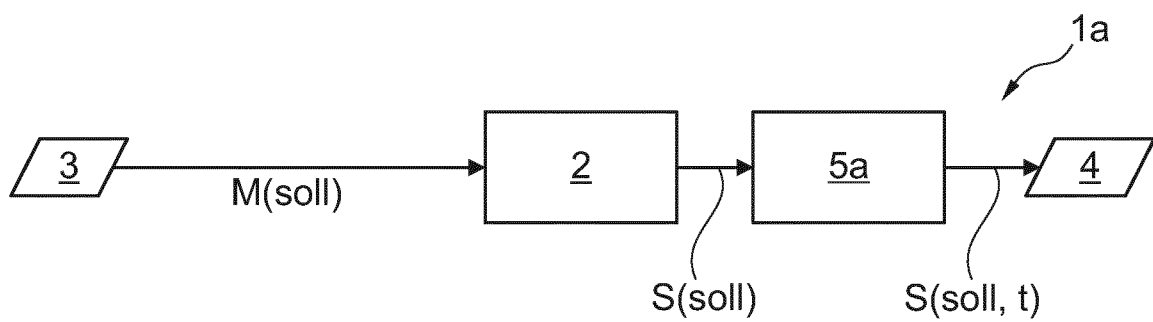


Fig. 3

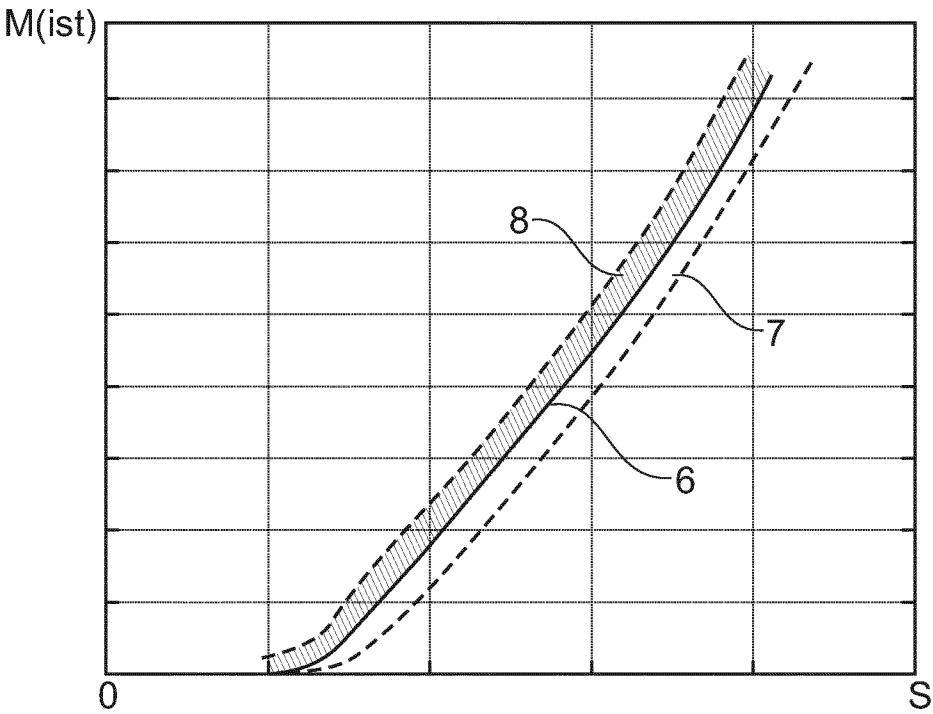


Fig. 4

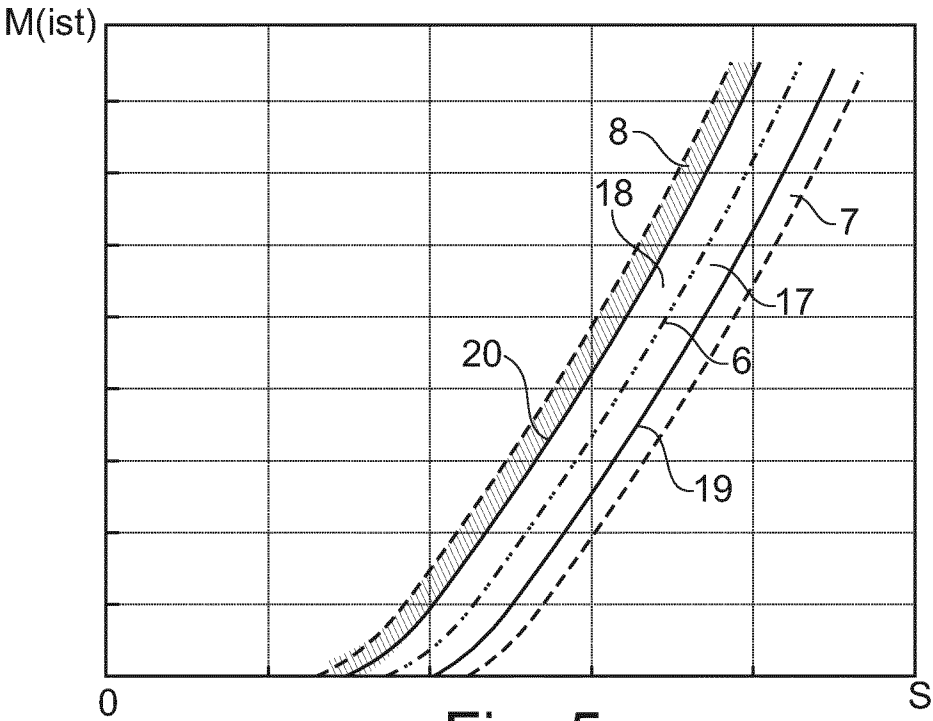


Fig. 5

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2013/051539

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. F16D48/06  
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
F16D

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 practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                     | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | DE 10 2007 055743 A1 (ZAHNRADFABRIK<br>FRIEDRICHSHAFEN [DE])<br>18 June 2009 (2009-06-18)<br>claim 2                                   | 1-10                  |
| A         | DE 10 2011 011152 A1 (SCHAEFFLER<br>TECHNOLOGIES GMBH [DE])<br>8 September 2011 (2011-09-08)<br>cited in the application<br>claims 1,2 | 1-10                  |
| A         | US 2011/098897 A1 (BUSDIECKER MATTHEW<br>RICHARD [US]) 28 April 2011 (2011-04-28)<br>claim 1                                           | 1-10                  |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 April 2013

Date of mailing of the international search report

03/05/2013

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

García y Garmendia

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/051539

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|
| DE 102007055743 A1                        | 18-06-2009          | AT 523707 T                | 15-09-2011          |
|                                           |                     | DE 102007055743 A1         | 18-06-2009          |
|                                           |                     | EP 2245326 A1              | 03-11-2010          |
|                                           |                     | US 2010241327 A1           | 23-09-2010          |
|                                           |                     | WO 2009074481 A1           | 18-06-2009          |
| -----                                     |                     |                            |                     |
| DE 102011011152 A1                        | 08-09-2011          | DE 102011011152 A1         | 08-09-2011          |
|                                           |                     | DE 112011100787 A5         | 20-12-2012          |
|                                           |                     | EP 2542796 A2              | 09-01-2013          |
|                                           |                     | US 2012322618 A1           | 20-12-2012          |
|                                           |                     | WO 2011107067 A2           | 09-09-2011          |
| -----                                     |                     |                            |                     |
| US 2011098897 A1                          | 28-04-2011          | NONE                       |                     |
| -----                                     |                     |                            |                     |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/051539

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
INV. F16D48/06  
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
F16D

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, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                                      | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| A          | DE 10 2007 055743 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE])<br>18. Juni 2009 (2009-06-18)<br>Anspruch 2                                   | 1-10               |
| A          | DE 10 2011 011152 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES GMBH [DE])<br>8. September 2011 (2011-09-08)<br>in der Anmeldung erwähnt<br>Ansprüche 1,2 | 1-10               |
| A          | US 2011/098897 A1 (BUSDIECKER MATTHEW RICHARD [US]) 28. April 2011 (2011-04-28)<br>Anspruch 1                                           | 1-10               |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen 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)

"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

"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

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

24. April 2013

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

03/05/2013

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

García y Garmendia

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/051539

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 102007055743 A1                                 | 18-06-2009                    | AT 523707 T                       | 15-09-2011                    |
|                                                    |                               | DE 102007055743 A1                | 18-06-2009                    |
|                                                    |                               | EP 2245326 A1                     | 03-11-2010                    |
|                                                    |                               | US 2010241327 A1                  | 23-09-2010                    |
|                                                    |                               | WO 2009074481 A1                  | 18-06-2009                    |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| DE 102011011152 A1                                 | 08-09-2011                    | DE 102011011152 A1                | 08-09-2011                    |
|                                                    |                               | DE 112011100787 A5                | 20-12-2012                    |
|                                                    |                               | EP 2542796 A2                     | 09-01-2013                    |
|                                                    |                               | US 2012322618 A1                  | 20-12-2012                    |
|                                                    |                               | WO 2011107067 A2                  | 09-09-2011                    |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| US 2011098897 A1                                   | 28-04-2011                    | KEINE                             |                               |
| -----                                              |                               |                                   |                               |