



(19)
 Bundesrepublik Deutschland
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 040 660 A1** 2010.01.28

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 040 660.0**

(22) Anmeldetag: **24.07.2008**

(43) Offenlegungstag: **28.01.2010**

(51) Int Cl.⁸: **B60W 20/00** (2006.01)
B60W 10/02 (2006.01)

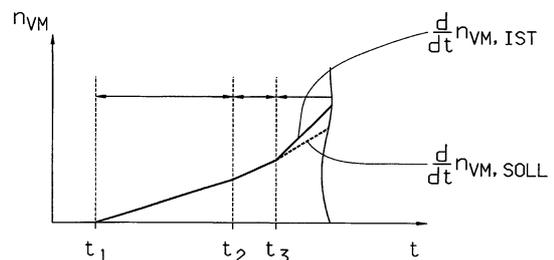
(71) Anmelder:
ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen, DE

(72) Erfinder:
Gromus, Michael, 88069 Tettngang, DE; Tenbrock, Friedrich, 88085 Langenargen, DE; Allgaier, Bernd, 88079 Kressbronn, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Betreiben eines Antriebsstrangs**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs, wobei der Antriebsstrang zumindest einen Hybridantrieb mit einem Verbrennungsmotor und einem Elektromotor, eine zwischen den Verbrennungsmotor und den Elektromotor geschaltete Kupplung, ein zwischen dem Hybridantrieb und einem Abtrieb angeordnetes Getriebe sowie vorzugsweise ein getriebeinternes oder getriebeexternes Anfahrlement umfasst. Erfindungsgemäß wird beim Anschleppen des Verbrennungsmotors mit Hilfe des Elektromotors die zwischen den Verbrennungsmotor und den Elektromotor geschaltete Kupplung derart schlupfend geschlossen, dass dieselbe ein konstantes Kupplungsmoment überträgt, wobei ein sich beim Anschleppen tatsächlich einstellender Ist-Gradient der Verbrennungsmotordrehzahl mit einem Soll-Gradienten der Verbrennungsmotordrehzahl verglichen wird und wobei dann, wenn der Ist-Gradient größer als der Soll-Gradient ist, auf einen gestarteten Verbrennungsmotor geschlossen wird, der aktiv ein Moment bereitstellt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines zumindest ein Getriebe und einen Hybridantrieb umfassenden Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. 4.

[0002] Die Hauptkomponenten eines Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs sind ein Antriebsaggregat und ein Getriebe. Ein Getriebe wandelt Drehmomente und Drehzahlen und setzt so das Zugkraftangebot des Antriebsaggregats um. Die hier vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Antriebsstrangs, der zumindest ein Getriebe und als Antriebsaggregat einen Hybridantrieb mit einem Verbrennungsmotor und einem Elektromotor umfasst.

[0003] Bei einem Antriebsstrang mit einem sogenannten Parallelhybridantrieb ist zwischen den Verbrennungsmotor und den Elektromotor des Hybridantriebs eine Kupplung geschaltet, über die der Verbrennungsmotor des Hybridantriebs von einem Abtrieb des Antriebsstrangs abgekoppelt werden kann. Beim Anfahren eines solchen Antriebsstrangs mit einem Parallelhybridantrieb ist der Verbrennungsmotor typischerweise ausgeschaltet und die zwischen den Verbrennungsmotor und den Elektromotor des Hybridantriebs geschaltete Kupplung geöffnet.

[0004] Dann, wenn der ausgeschaltete Verbrennungsmotor gestartet werden soll, kann derselbe durch zumindest teilweises Schließen der zwischen den Verbrennungsmotor und den Elektromotor geschalteten Kupplung vom Elektromotor aus angeschleppt werden, wobei zum optimalen Durchführen des Anschleppens der Zeitpunkt bekannt sein muss, ab welchem der Verbrennungsmotor gestartet ist und aktiv ein Moment bereitstellt. Bislang wird dieser Zeitpunkt in einer Motorsteuerungseinrichtung über die Anzahl der Zündungen des Verbrennungsmotors ermittelt. Dies ist jedoch relativ ungenau.

[0005] Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zu Grunde, ein neuartiges Verfahren zum Betreiben eines ein Getriebe und einen Hybridantrieb umfassenden Antriebsstrangs zu schaffen, mit welchem der Zeitpunkt, ab welchem beim Anschleppen des Verbrennungsmotors derselbe gestartet ist und aktiv ein Moment bereitstellt, genau ermittelbar ist.

[0006] Dieses Problem wird nach einem ersten Aspekt der Erfindung durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 gelöst. Hiernach wird beim Anschleppen des Verbrennungsmotors mit Hilfe des Elektromotors die zwischen den Verbrennungsmotor und den Elektromotor geschaltete Kupplung derart schlupfend geschlossen, dass dieselbe ein konstantes Kupplungs-

moment überträgt, wobei ein sich beim Anschleppen tatsächlich einstellender Ist-Gradient der Verbrennungsmotordrehzahl mit einem Soll-Gradienten der Verbrennungsmotordrehzahl verglichen wird, und wobei dann, wenn der Ist-Gradient größer als der Soll-Gradient ist, auf einen gestarteten Verbrennungsmotor geschlossen wird, der aktiv ein Moment bereitstellt.

[0007] Nach einem zweiten Aspekt der Erfindung wird dieses Problem durch ein Verfahren gemäß Anspruch 4 gelöst. Hiernach wird beim Anschleppen des Verbrennungsmotors ein sich tatsächlich einstellendes Ist-Moment im Antriebsstrang mit einem Soll-Moment verglichen, wobei dann, wenn das Ist-Moment größer als das Soll-Moment ist, auf einen gestarteten Verbrennungsmotor geschlossen wird, der aktiv ein Moment bereitstellt.

[0008] Mit beiden erfindungsgemäßen Verfahren zum Betreiben eines ein Getriebe und einen Hybridantrieb umfassenden Antriebsstrangs kann der Zeitpunkt, ab welchem beim Anschleppen des Verbrennungsmotors derselbe gestartet ist und aktiv ein Moment bereitstellt, genau ermittelt werden.

[0009] Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung. Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt:

[0010] [Fig. 1](#) ein Antriebsstrangschema eines Kraftfahrzeugs, bei welchem das erfindungsgemäße Verfahren einsetzbar ist;

[0011] [Fig. 2](#) ein alternatives Antriebsstrangschema eines Kraftfahrzeugs, bei welchem das erfindungsgemäße Verfahren einsetzbar ist;

[0012] [Fig. 3](#) ein Diagramm zur Verdeutlichung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0013] Die hier vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines zumindest ein Getriebe und einen Hybridantrieb umfassenden Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs.

[0014] [Fig. 1](#) zeigt exemplarisch ein Antriebsstrangschema eines Kraftfahrzeugs, bei welchem das erfindungsgemäße Verfahren einsetzbar ist. So zeigt [Fig. 1](#) ein Schema eines Antriebsstrangs **1** eines Kraftfahrzeugs, wobei der Antriebsstrang **1** gemäß [Fig. 1](#) einen Hybridantrieb umfasst, der von einem Verbrennungsmotor **2** und einem Elektromotor **3** gebildet ist. Zwischen den Verbrennungsmotor **2** und den Elektromotor **3** ist eine Kupplung **4** geschaltet, die dann, wenn der Antriebsstrang **1** ausschließlich vom Elektromotor **3** betrieben wird, geöffnet ist. Ne-

ben dem Hybridantrieb umfasst der Antriebsstrang 1 gemäß Fig. 1 weiterhin ein Getriebe 5, welches das vom Hybridantrieb bereitgestellte Zugkraftangebot auf einem Abtrieb 6, nämlich anzutreibenden Rädern, des Antriebsstrangs umsetzt. Das Getriebe kann z. B. als Automatgetriebe oder als automatisiertes Getriebe ausgeführt sein. Bei einem Automatgetriebe werden Schaltungen ohne Zugkraftunterbrechung und bei einem automatisierten Getriebe werden Schaltungen mit Zugkraftunterbrechung ausgeführt.

[0015] Beim Antriebsstrang der Fig. 1 ist zwischen den Elektromotor 3 des Hybridantriebs und das Getriebe 5 eine weitere Kupplung 7 geschaltet. Diese Kupplung 7 dient als getriebeexternes Anfahrlement beim elektromotorischen Anfahren.

[0016] Fig. 2 zeigt exemplarisch ein weiteres Antriebsstrangschema eines Kraftfahrzeugs, bei welchen das erfindungsgemäße Verfahren einsetzbar ist, wobei sich der Antriebsstrang 8 des Antriebsstrangschemas der Fig. 2 vom Antriebsstrang 1 des Antriebsstrangschemas der Fig. 1 dadurch unterscheidet, dass die Kupplung 7 bzw. das getriebeexterne Anfahrlement entfällt und durch ein getriebeinternes Anfahrlement 9 ersetzt ist.

[0017] Die hier vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines solchen Antriebsstrangs mit einem Getriebe und einem Hybridantrieb, nämlich solche Details, die das Anschleppen eines ausgeschalteten Verbrennungsmotors 2 mit Hilfe des Elektromotors 3 des Hybridantriebs betreffen, um so beim Anschleppen des Verbrennungsmotors 2 den Zeitpunkt, ab welchem derselbe gestartet ist und aktiv ein Moment bereitstellt, genau zu ermitteln.

[0018] Nach einem ersten Aspekt der hier vorliegenden Erfindung wird beim Anschleppen des Verbrennungsmotors 2 mit Hilfe des Elektromotors 3 die zwischen den Verbrennungsmotor 2 und den Elektromotor 3 geschaltete Kupplung 4 derart schlupfend geschlossen, dass dieselbe ein konstantes Kupplungsmoment M_K überträgt. In diesem Fall erhöht sich beim Anschleppen nach dem sogenannten Losbrechen des Verbrennungsmotors 2 die Drehzahl n_{VM} desselben linear. Beim Anschleppen wird dann nach dem ersten Aspekt der hier vorliegenden Erfindung ein sich beim Anschleppen des Verbrennungsmotors 2 tatsächlich einstellender Ist-Gradient der Verbrennungsmotordrehzahl n_{VM} ermittelt und mit einem Soll-Gradienten der Verbrennungsmotordrehzahl n_{VM} verglichen.

[0019] Dann, wenn der Ist-Gradient der Verbrennungsmotordrehzahl größer als der Soll-Gradient ist, wird auf einen gestarteten Verbrennungsmotor geschlossen, der aktiv ein Moment bereitstellt. Dabei wird vorzugsweise so vorgegangen, dass dann,

wenn der ermittelte Ist-Gradient der Verbrennungsmotordrehzahl größer als der vorgegebene Soll-Gradient zuzüglich einer Sicherheitsschwelle ist, auf einen gestarteten Verbrennungsmotor geschlossen wird, der aktiv ein Moment bereitstellt.

[0020] Fig. 3 verdeutlicht das erfindungsgemäße Verfahren nach dem ersten Aspekt der Erfindung anhand eines Diagramms, wobei zum Zeitpunkt t_1 der Verbrennungsmotor losbricht und zum Zeitpunkt t_2 derselbe physikalisch zündet, ohne jedoch aktiv ein Moment am Abtrieb 6 bereitzustellen.

[0021] Ab dem Zeitpunkt t_3 stellt der Verbrennungsmotor 2 aktiv ein Moment am Abtrieb 6 bereit, wobei ab dem Zeitpunkt t_3 der sich tatsächlich einstellende Ist-Gradient der Verbrennungsmotordrehzahl $d/dt n_{VM,IST}$ vom Soll-Gradienten der Verbrennungsmotordrehzahl $d/dt n_{VM,SOLL}$ abweicht. Der Soll-Gradient für die Verbrennungsmotordrehzahl ist in einer Steuerungseinrichtung des Antriebsstrangs als Applikationsparameter vorgegeben.

[0022] Dann, wenn auf einen gestarteten Verbrennungsmotor geschlossen wird, wird das vom Verbrennungsmotor 2 bereitgestellte Verbrennungsmotormoment M_{VM} wie folgt berechnet:

$$M_{VM} = \frac{dn_{VM}(t)}{dt} * J_{VM} - M_K$$

wobei n_{VM} die Verbrennungsmotordrehzahl ist, wobei J_{VM} das Trägheitsmoment des Verbrennungsmotors ist, und wobei M_K das Kupplungsmoment ist, welches die zwischen den Verbrennungsmotor 2 und den Elektromotor 3 geschaltete Kupplung 4 überträgt.

[0023] Nach dem ersten Aspekt der hier vorliegenden Erfindung wird demnach ein sich beim Anschleppen des Verbrennungsmotors 2 ausbildender Ist-Gradient der Verbrennungsmotor-Drehzahl mit einer Drehzahlgradientenschwelle verglichen, wobei dann, wenn der Ist-Gradient größer als die Drehzahlgradientenschwelle ist, auf einen gestarteten Verbrennungsmotor 2 geschlossen wird. Hiermit kann genau der Zeitpunkt bestimmt werden, ab welchem der Verbrennungsmotor 2 gestartet ist und aktiv ein Moment bereitstellt.

[0024] Nach einem zweiten Aspekt der hier vorliegenden Erfindung wird zur Bestimmung des Zeitpunkts, ab welchem der Verbrennungsmotor 2 gestartet ist und aktiv ein Moment bereitstellt, beim Anschleppen des Verbrennungsmotors für den Antriebsstrang eine Momentbilanz bestellt, in dem sich ein tatsächlich einstellendes Ist-Moment im Antriebsstrang mit einem vorgegebenen Soll-Moment verglichen wird, wobei dann, wenn das Ist-Moment größer als das Soll-Moment ist, auf einen gestarteten Verbrennungsmotor 2 geschlossen wird, der ein Moment bereitstellt.

[0025] Hierbei wird vorzugsweise so vorgegangen, dass dann, wenn das Ist-Moment größer als das vorgegebene Soll-Moment zuzüglich einer Sicherheitsschwelle ist, auf einen gestarteten Verbrennungsmotor geschlossen wird, der aktiv ein Moment bereitstellt.

[0026] Dann, wenn hierbei auf einen gestarteten Verbrennungsmotor **2** geschlossen wird und die zwischen den Verbrennungsmotor **2** und den Elektromotor **3** geschaltete Kupplung **4** schlupfend geschlossen ist, wird das vom Verbrennungsmotor **2** bereitgestellte Verbrennungsmotormoment M_{VM} unter Verwendung der folgenden Gleichung berechnet:

$$M_{VM} = \frac{dn_{VM}(t)}{dt} * J_{VM} - M_K$$

wobei n_{VM} die Verbrennungsmotordrehzahl ist, wobei J_{VM} das Trägheitsmoment des Verbrennungsmotors ist, und wobei M_K das Kupplungsmoment ist, welches die zwischen den Verbrennungsmotor **2** und den Elektromotor **3** geschaltete Kupplung **4** überträgt.

[0027] Dann hingegen, wenn auf einen gestarteten Verbrennungsmotor **2** geschlossen wird und die zwischen den Verbrennungsmotor **2** und den Elektromotor **3** geschaltete Kupplung **4** vollständig geschlossen ist, wird das vom Verbrennungsmotor **2** bereitgestellte Verbrennungsmotormoment M_{VM} unter Verwendung der folgenden Gleichung berechnet:

$$M_{VM} = \frac{dn_{EM}(t)}{dt} * J_{GES} - M_{EM}$$

wobei n_{EM} die Elektromotordrehzahl ist, wobei J_{GES} das Trägheitsmoment des gesamten Antriebsstrangs ist, und wobei M_{EM} das vom Elektromotor **3** bereitgestellte Elektromotormoment ist.

[0028] Dann, wenn im Zusammenhang mit dem zweiten Aspekt der Erfindung beim Anschleppen des Verbrennungsmotors **2** mit Hilfe des Elektromotors **3** bei vollständig geschlossener Kupplung **4** für die Elektromotordrehzahl eine Regelung mit Integralregelanteil durchgeführt wird, kann aus dem Integralregelanteil abgeleitet werden, ob der Verbrennungsmotor gestartet ist und aktiv ein Moment für den Abtrieb des Antriebsstrangs bereitstellt. Dann, wenn hierbei der Integralregelanteil fällt, insbesondere unter einen vorgegebenen Grenzwert fällt, wird auf einen gestarteten Verbrennungsmotor geschlossen, der aktiv für den Abtrieb des Antriebsstrangs ein Moment bereitstellt.

[0029] Auch mit dem zweiten Aspekt der hier vorliegenden Erfindung kann der Zeitpunkt, ab welchem beim Anschleppen des Verbrennungsmotors **2** derselbe am Abtrieb aktiv ein Moment bereitstellt, genau ermittelt werden.

Bezugszeichenliste

- | | |
|---|--|
| 1 | Antriebsstrang |
| 2 | Verbrennungsmotor |
| 3 | Elektromotor |
| 4 | Kupplung |
| 5 | Getriebe |
| 6 | Abtrieb |
| 7 | Kupplung/getriebeexternes Anfahelement |
| 8 | Antriebsstrang |
| 9 | getriebeinternes Anfahelement |

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs, wobei der Antriebsstrang zumindest einen Hybridantrieb mit einem Verbrennungsmotor und einem Elektromotor, eine zwischen den Verbrennungsmotor und den Elektromotor geschaltete Kupplung, ein zwischen dem Hybridantrieb und einem Abtrieb angeordnetes Getriebe, sowie vorzugsweise ein getriebeinternes oder getriebeexternes Anfahelement umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass beim Anschleppen des Verbrennungsmotors mit Hilfe des Elektromotors die zwischen den Verbrennungsmotor und den Elektromotor geschaltete Kupplung derart schlupfend geschlossen wird, dass dieselbe ein konstantes Kupplungsmoment überträgt, und dass ein sich beim Anschleppen tatsächlich einstellender Ist-Gradient der Verbrennungsmotordrehzahl mit einem Soll-Gradienten der Verbrennungsmotordrehzahl verglichen wird, wobei dann, wenn der Ist-Gradient größer als der Soll-Gradient ist, auf einen gestarteten Verbrennungsmotor geschlossen wird, der aktiv ein Moment bereitstellt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dann, wenn der Ist-Gradient größer als der vorgegebene Soll-Gradient plus eine Sicherheitsschwelle ist, auf einen gestarteten Verbrennungsmotor geschlossen wird, der aktiv ein Moment bereitstellt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass dann, wenn auf einen gestarteten Verbrennungsmotor geschlossen wird, das Verbrennungsmotormoment M_{VM} wie folgt berechnet wird:

$$M_{VM} = \frac{dn_{VM}(t)}{dt} * J_{VM} - M_K$$

wobei n_{VM} die Verbrennungsmotordrehzahl ist, wobei J_{VM} das Trägheitsmoment des Verbrennungsmotors ist, und wobei M_K das Kupplungsmoment ist, welches die zwischen den Verbrennungsmotor und den Elektromotor geschaltete Kupplung überträgt.

4. Verfahren zum Betreiben eines Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs, wobei der Antriebsstrang zumindest einen Hybridantrieb mit einem Ver-

brennungsmotor und einem Elektromotor, eine zwischen den Verbrennungsmotor und den Elektromotor geschaltete Kupplung, ein zwischen dem Hybridantrieb und einem Abtrieb angeordnetes Getriebe, sowie vorzugsweise ein getriebeinternes oder getriebeexternes Anfahrerelement umfasst, dadurch gekennzeichnet, dass beim Anschleppen des Verbrennungsmotors ein sich tatsächlich einstellendes Ist-Moment im Antriebsstrang mit einem Soll-Moment verglichen wird, wobei dann, wenn das Ist-Moment größer als das Soll-Moment ist, auf einen gestarteten Verbrennungsmotor geschlossen wird, der aktiv ein Moment bereitstellt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass dann, wenn das Ist-Moment größer als das vorgegebene Soll-Moment plus eine Sicherheitsschwelle ist, auf einen gestarteten Verbrennungsmotor geschlossen wird, der aktiv ein Moment bereitstellt.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass dann, wenn die zwischen den Verbrennungsmotor und den Elektromotor geschaltete Kupplung vollständig geschlossen ist und für die Elektromotordrehzahl eine Regelung mit Integralregelanteil durchgeführt wird, und dann, wenn bei der Regelung der Elektromotordrehzahl der Integralregelanteil fällt, auf einen gestarteten Verbrennungsmotor geschlossen wird, der aktiv ein Moment bereitstellt.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass dann, wenn bei der Regelung der Elektromotordrehzahl der Integralregelanteil unter einen vorgegebenen Grenzwert fällt, auf einen gestarteten Verbrennungsmotor geschlossen wird, der aktiv ein Moment bereitstellt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass dann, wenn auf einen gestarteten Verbrennungsmotor geschlossen wird und die zwischen den Verbrennungsmotor und den Elektromotor geschaltete Kupplung schlupfend geschlossen ist, das vom Verbrennungsmotor bereitgestellte Verbrennungsmotormoment M_{VM} unter Verwendung der folgenden Gleichung berechnet wird:

$$M_{VM} = \frac{dn_{VM}(t)}{dt} * J_{VM} - M_K$$

wobei n_{VM} die Verbrennungsmotordrehzahl ist, wobei J_{VM} das Trägheitsmoment des Verbrennungsmotors ist, und wobei M_K das Kupplungsmoment ist, welches die zwischen den Verbrennungsmotor und den Elektromotor geschaltete Kupplung überträgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass dann, wenn auf einen gestarteten Verbrennungsmotor geschlossen wird und die zwischen den Verbrennungsmotor und den

Elektromotor geschaltete Kupplung vollständig geschlossen ist, das vom Verbrennungsmotor bereitgestellte Verbrennungsmotormoment M_{VM} unter Verwendung der folgenden Gleichung berechnet wird:

$$M_{VM} = \frac{dn_{EM}(t)}{dt} * J_{GES} - M_{EM}$$

wobei n_{EM} die Elektromotordrehzahl ist, wobei J_{GES} das Trägheitsmoment des gesamten Antriebsstrangs ist, und wobei M_{EM} das vom Elektromotor bereitgestellte Elektromotormoment ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

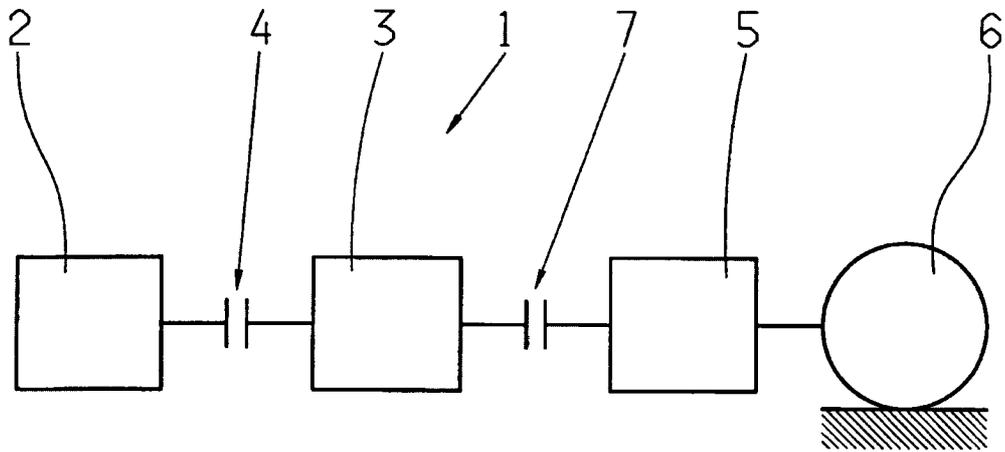


Fig. 1

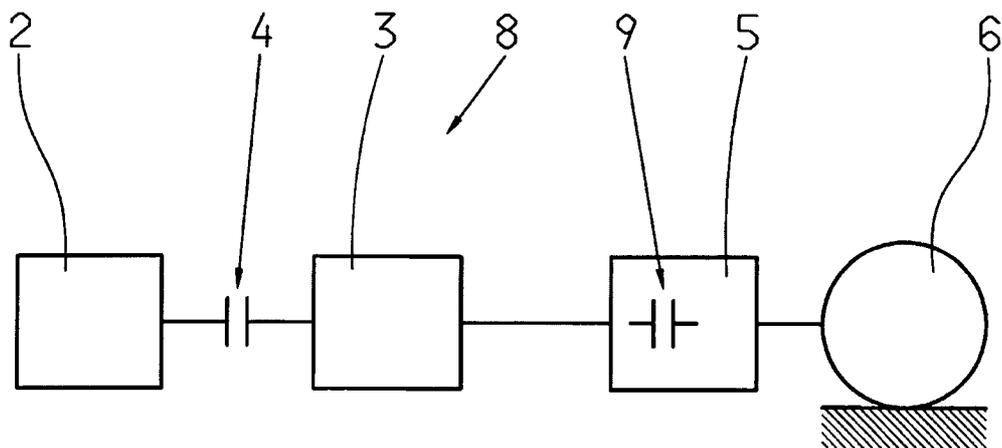


Fig. 2

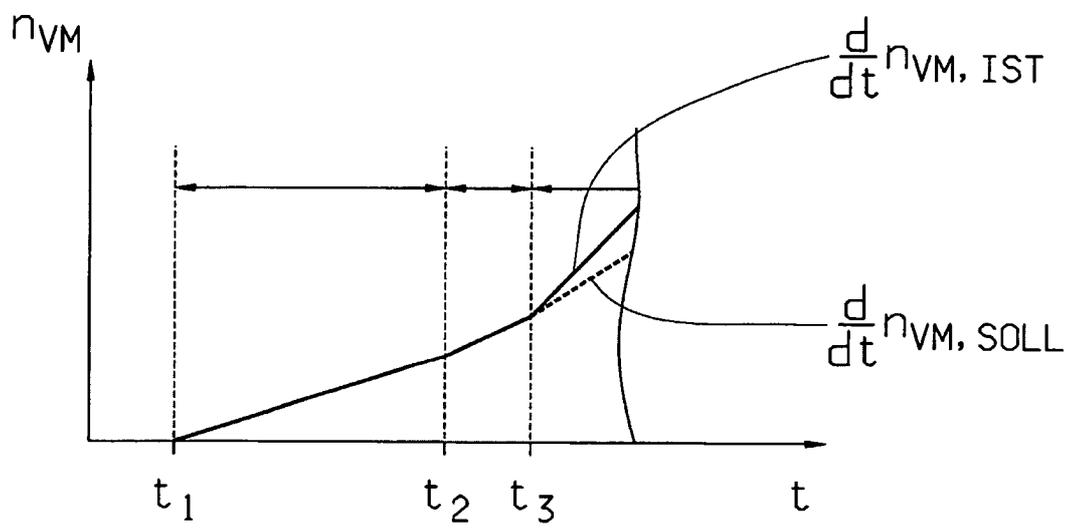


Fig. 3