(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2017 201 840 A1** 2018.08.09

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2017 201 840.2**
(22) Anmeldetag: **06.02.2017**
(43) Offenlegungstag: **09.08.2018**

(51) Int Cl.: ***F02B 67/04*** (2006.01)
B60K 6/24 (2007.10)
F02G 5/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
MAHLE International GmbH, 70376 Stuttgart, DE

(74) Vertreter:
BRP Renaud und Partner mbB Rechtsanwälte Patentanwälte Steuerberater, 70173 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Eggler, Jochen, 73760 Ostfildern, DE; Müller, Rolf, 71711 Steinheim, DE; Wieske, Peter, Dr., 70825 Korntal-Münchingen, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

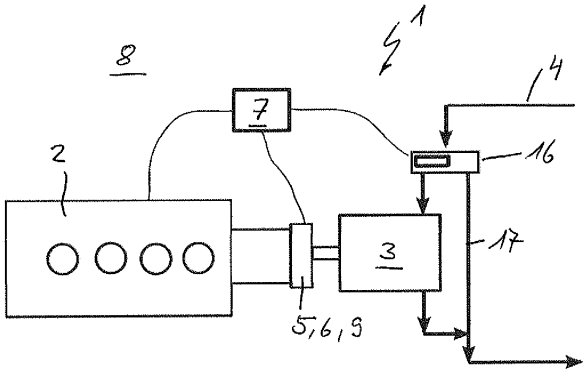
DE	**35 31 987**	**A1**
DE	**103 60 155**	**A1**
DE	**10 2013 219 786**	**A1**
US	**2009 / 0 211 253**	**A1**

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Brennkraftmaschinenanordnung**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschinenanordnung (1) mit einer mit der Brennkraftmaschine (2) antriebsverbundenen Expansionseinrichtung (3). Erfindungswesentlich ist dabei, dass zwischen der Brennkraftmaschine (2) und der Expansionseinrichtung (3) eine als schaltbare Kupplung (5) ausgebildete Überdrehzahlschutzeinrichtung (6) angeordnet ist, die ein unbeabsichtigtes schnelles Antreiben der Expansionseinrichtung (3) durch die Brennkraftmaschine (2) verhindert.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Brennkraftmaschinenanordnung mit einer mit einer Brennkraftmaschine antriebsverbundenen Expansionseinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Gattungsgemäße Brennkraftmaschinenanordnungen sind hinlänglich bekannt, wobei eine mit der Brennkraftmaschine der Brennkraftmaschinenanordnung verbindbare oder verbundene Expansionseinrichtung üblicherweise zur Energierückgewinnung im Sinne eines sogenannten „waste heat recovery systems“ genutzt wird. Die Expansionseinrichtung kann dabei als Turbine oder als Axialkolbenmaschine ausgebildet sein und mittels Dampf betrieben werden, der wiederum von der bislang nicht genutzten Abwärme der Brennkraftmaschine erhitzt wird.

[0003] Nachteilig bei den bislang aus dem Stand der Technik bekannten Brennkraftmaschinenanordnungen mit solchen Expansionseinrichtungen ist jedoch, dass bei einer schlagartigen Drehzahlerhöhung der Brennkraftmaschine auch eine schnelle Erhöhung der Drehzahl der Expansionseinrichtung erfolgt, wodurch diese Schaden nehmen kann. Der vergleichsweise schnelle Drehzahlanstieg an der Brennkraftmaschine kann dabei insbesondere durch ein Einlegen eines kleineren Ganges vergleichsweise abrupt erfolgen. In diesem Fall wird die Drehzahl der mit der Brennkraftmaschine antriebsverbundenen Expansionseinrichtung ebenfalls vergleichsweise schnell erhöht, wodurch diese nicht mehr selbst eine Antriebsleistung erbringt, sondern von der Brennkraftmaschine angetrieben wird und zwar in einem Drehzahlbereich, in welchem die Expansionseinrichtung Schaden nehmen kann.

[0004] Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich daher mit dem Problem, für eine Brennkraftmaschinenanordnung der gattungsgemäßen Art eine Verbesserung oder zumindest eine alternative Ausführungsform anzugeben, die insbesondere die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile überwindet.

[0005] Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0006] Die vorliegende Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, erstmals eine Überdrehzahlschutzeinrichtung zwischen einer Brennkraftmaschine und einer damit verbundenen Expansionseinrichtung vorzusehen, die als schaltbare Kupplung, insbesondere als schaltbare Visco-Kupplung, ausgebildet ist, welche ein unbeabsichtigtes schnelles Antreiben der Expansionseinrichtung durch die Brennkraftmaschine, beispielsweise bei einem Herunterschalten des Getriebes, zuverlässig verhindert. „Antriebsverbunden“ heißt in diesem Fall, dass selbstverständlich üblicherweise die Expansionseinrichtung durch Energierückgewinnung einen Beitrag zum Antrieb eines Antriebsstranges bzw. der Brennkraftmaschine leistet und lediglich in Sonderfällen die Brennkraftmaschine die Expansionseinrichtung antreibt. Im Falle einer einfachen schaltbaren Kupplung kann somit diese bei Erkennen eines rapiden und schnellen Drehzahlanstiegs in der Brennkraftmaschine, beispielsweise hervorgerufen durch ein Zurückschalten in einen kleineren Gang, mittels eines Motorsteuergeräts geöffnet oder zumindest teilweise geöffnet und dadurch die Drehzahl an der Expansionseinrichtung reduziert werden. Hierdurch lassen sich insbesondere Schäden an der Expansionseinrichtung, die durch Einbringen einer zu hohen Drehzahl auftreten, zuverlässig vermeiden.

[0007] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung ist die schaltbare Kupplung als schaltbare Visco-Kupplung ausgebildet, wobei derartige Visco-Kupplungen äußerst langlebig und zuverlässig sind. Eine derartige Visco-Kupplung ermöglicht insbesondere das Bremsen bzw. den Ausgleich einer Drehzahldifferenz zwischen Brennkraftmaschine und Expansionseinrichtung und bietet sich dadurch besonders für den Einsatz als Überdrehzahlschutzeinrichtung an.

[0008] Zweckmäßig weist die Visco-Kupplung ein schaltbares Ventil auf, mittels welchem ein Füllgrad einer Visco-Kammer der Visco-Kupplung mit einem Fluid beeinflussbar ist. Wird somit beispielsweise ein schneller Drehzahlanstieg in der Brennkraftmaschine detektiert, beispielsweise mittels des Motorsteuergeräts, so kann dieses das schaltbare Ventil zumindest teilweise öffnen und dadurch das Fluid aus der Visco-Kammer der Visco-Kupplung in ein Reservoir ablassen, wodurch die Drehmomentübertragung in der Visco-Kupplung reduziert oder sogar vollständig unterbunden wird. Das Vorsehen eines derartigen schaltbaren Ventils, welches mittels des Motorsteuergeräts schaltbar ist, stellt dabei eine nicht nur kostengünstige, sondern auch konstruktiv einfache Lösung, dar.

[0009] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung ist eine Drucklufteinrichtung zum Ausblasen von Fluid aus der Visco-Kammer der Visco-Kupplung vorgesehen. Um ein möglichst schnelles Trennen der Brennkraftmaschine von der Expansionseinrichtung erreichen zu können, kann die Drucklufteinrichtung, insbesondere auch mittels beispielsweise des Motorsteuergeräts, aktiviert werden, wodurch das in der Visco-Kammer der Visco-Kupplung vorhandene Fluid, beispielsweise Öl, schneller in einen Vorratsraum bzw. aus der Visco-Kammer herausgedrückt wird. Durch das Herausdrücken des Öls aus der Visco-Kammer kann vergleichsweise schnell eine Unterbrechung der Dreh-

momentübertragung in der Visco-Kupplung erreicht werden. Eine derartige Drucklufteinrichtung kann beispielsweise ein Druckluftspeicher sein, der kontinuierlich aufgeladen und beispielsweise im Bedarfsfall mittels ebenfalls einer Ventileinrichtung mit der Visco-Kammer der Visco-Kupplung verbunden wird. Da zum Bremsen bei einem Kraftfahrzeug, insbesondere einem Nutzfahrzeug, oftmals Druckluft verwendet wird und hierfür bereits ein Druckluftspeicher vorhanden ist, kann auch dieser zum Ausblasen des Fluids bzw. Öls aus der Visco-Kammer der Visco-Kupplung verwendet werden.

[0010] Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung ist eine Ventileinrichtung vorgesehen, mittels welcher eine Dampfzufuhr zur Expansionseinrichtung beeinflussbar, insbesondere abschaltbar, ist. Durch das Abschalten der Dampfzufuhr kann ebenfalls ein die Expansionsmaschine beim Antrieb derselben unter Umständen auftretender Pumpeffekt vermieden werden, der zu einer Schädigung der Expansionseinrichtung führen könnte.

[0011] Zweckmäßig ist eine Bremseinrichtung vorgesehen, die in betätigtem Zustand eine Reduzierung einer Drehzahl an der Expansionsmaschine bewirkt. Diese Bremseinrichtung kann dabei eine Lamellenbremse aufweisen. Über die Bremseinrichtung kann die Drehzahl an der Expansionsmaschine, beispielsweise an einer Turbine oder einer Axialkolbenmaschine, beim plötzlichen Auftreten sehr hoher Drehzahlen an der Brennkraftmaschine reduziert und damit eine Beschädigung der Expansionsmaschine vermieden werden. Die Bremseinrichtung kann dabei eine Pumpeinrichtung aufweisen, die ein in der Visco-Kopplung angeordnetes Pumpenrad besitzt. Diese Pumpeinrichtung wiederum kann zum Aufbau eines die Bremseinrichtung betätigenden Bremsdrucks herangezogen werden.

[0012] Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung kann die Pumpeinrichtung einen in der Visco-Kupplung angeordneten Gerotor aufweisen. Ein derartiger Gerotor kann beispielsweise Bestandteil einer Zahnringpumpe sein und den für die Betätigung der Bremseinrichtung erforderlichen Bremsdruck aufbauen. Durch die Ausbildung des Pumpenrads bzw. des Gerotors direkt in der Visco-Kupplung kann eine vergleichsweise kompakte und damit Bauraum sparende Bauweise erzielt werden.

[0013] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

[0014] Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0015] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Bauteile beziehen.

[0016] Dabei zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschinenanordnung mit einer Brennkraftmaschine und einer damit verbundenen Expansionseinrichtung,

Fig. 2 eine Schnittdarstellung durch eine als Visco-Kupplung ausgebildete Überdrehzahlschutzeinrichtung,

Fig. 3 eine Darstellung wie in **Fig. 1**, jedoch mit einer Pump- und Bremseinrichtung.

[0017] Entsprechend den **Fig. 1** und **Fig. 3**, weist eine erfindungsgemäße Brennkraftmaschinenanordnung **1** eine Brennkraftmaschine **2** sowie eine damit verbundene, insbesondere antriebsverbundene, Expansionseinrichtung **3** auf. Die Expansionseinrichtung **3** kann dabei beispielsweise als Turbine oder als Axialkolbenmaschine ausgebildet und in einen Wärmerückgewinnungskreislauf **4** eingebunden sein. Zwischen der Brennkraftmaschine **2** und der Expansionseinrichtung **3** ist eine als schaltbare Kupplung **5** ausgebildete Überdrehzahlschutzeinrichtung **6** (vgl. auch die Darstellung in **Fig. 2**) angeordnet, die ein unbeabsichtigtes schnelles Antreiben der Expansionseinrichtung **3** durch die Brennkraftmaschine **2** und damit unter Umständen auftretende Schäden an der Expansionseinrichtung **3** verhindert. Gesteuert wird die schaltbare Kupplung 5 von einem Steuergerät **7**, welches beispielsweise als Motorsteuergerät ausgebildet ist.

[0018] Ermittelt somit das Steuergerät **7** an der Brennkraftmaschine **2** eine sehr schnell ansteigende Drehzahl, welche beispielsweise durch ein Zurückschalten in einen kleineren Gang bewirkt wird, so öffnet das Steuergerät **7** die schaltbare Kupplung 5, woraufhin eine Drehmomentübertragung von der Brennkraftmaschine **2** zur Expansionseinrichtung **3** zumindest reduziert, unter Umständen sogar vollständig unterbrochen wird. Üblicherweise wird die Expansionseinrichtung **3** zur Unterstützung der Brennkraftmaschine **2** eingesetzt, um beispielsweise von der Brennkraftmaschine **2** bislang ungenutzt in die Umgebung abgelassene Abwärme rückgewinnen zu können. Hierzu wird beispielsweise von den Abgasen der Brennkraftmaschine **2** ein Arbeitsmedium, beispielsweise Dampf, im Wärmerückgewinnungskreislauf **4** erzeugt und über dieses Arbeitsme-

dium, d.h. den Dampf, die Expansionseinrichtung **3**, die beispielsweise als Axialkolbenmaschine ausgebildet sein kann, angetrieben. Die Kraftübertragung erfolgt somit üblicherweise von der Expansionseinrichtung **3** hin zur Brennkraftmaschine **2**. Wird jedoch die Brennkraftmaschine **2** beispielsweise in einem Kraftfahrzeug **8** eingesetzt, so kann es bei einem Zurückschalten in einen kleineren Gang zu einem starken und schnellen Drehzahlanstieg in der Brennkraftmaschine **2** kommen, welche sich ohne die erfindungsgemäß als schaltbare Kupplung **5** ausgebildete Überdrehzahlschutzeinrichtung **6** an die Expansionseinrichtung **3** übertragen würde und dort Schäden durch zu hohe Drehzahlen hervorrufen könnte.

[0019] Die erfindungsgemäße schaltbare Kupplung **5** kann beispielsweise als schaltbare Visco-Kupplung **9** ausgebildet sein, wie diese beispielsweise gemäß der **Fig. 2** dargestellt ist, wobei eine derartige Visco-Kupplung **9** ein schaltbares Ventil **10** aufweist, mittels welchem ein Füllgrad einer Visco-Kammer **11** der Visco-Kupplung **9** mit einem Fluid **12**, beispielsweise mit Öl, beeinflussbar ist. Detektiert somit beispielsweise das Steuergerät **7** eine schlagartig ansteigende Drehzahl der Brennkraftmaschine **2**, so kann das Steuergerät **7** das Ventil **10** öffnen, wodurch das Fluid **12**, beispielsweise Öl, aus der Visco-Kammer zumindest teilweise abgelassen und damit zumindest ein Schlupf zwischen der Brennkraftmaschine **2** und der Expansionseinrichtung **3** hergestellt werden kann. Durch ein weiteres Ablassen von Fluid **12** aus der Visco-Kammer **11** der Visco-Kupplung **9** in einen Vorratsraum **13** kann auch eine generelle Entkopplung der Expansionseinrichtung **3** von der Brennkraftmaschine **2** erreicht werden. Bei einem Betätigen des Ventils **10** schließt dieses eine Verbindung zwischen dem Vorratsraum **13** und der Visco-Kammer **11**, woraufhin Fluid **12** langsam aus der Visco-Kammer **11** ausströmt, beispielsweise über mehrere Sekunden hinweg, womit zugleich eine Reduzierung der Drehmoment- und Drehzahlübertragung einhergeht. Soll ein möglichst schnelles Entkoppeln der Expansionseinrichtung **3** von der Brennkraftmaschine **2** erfolgen, so kann zusätzlich eine Drucklufteinrichtung **14** zum Ausblasen von Fluid **12** aus der Visco-Kammer **11** der Visco-Kopplung **9** vorgesehen sein, wobei die Drucklufteinrichtung **14** beispielsweise Bestandteil eines bei einem Bremssystem bei Nutzkraftfahrzeugen ohnehin vorhandenen Druckluftspeichers sein kann. Das Steuergerät **7** steuert somit die Drucklufteinrichtung **14**, beispielsweise wiederum über ein entsprechendes Ventil **15**, bei dessen Öffnen Druckluft in die Visco-Kammer **11** eingeblasen und darüber das Fluid **12** herausgedrückt wird.

[0020] Des Weiteren kann eine weitere Ventileinrichtung **16** (vgl. **Fig. 1**) vorgesehen sein, mittels welcher eine Dampfzufuhr zur Expansionseinrichtung **3** beeinflussbar, insbesondere abschaltbar, ist. Bei Betätigen der Ventileinrichtung 16 im Bedarfsfall, wird somit der im Wärmerückgewinnungskreislauf **4** vorhandene Dampf (Arbeitsmedium) über eine Bypassleitung **17** an der Expansionseinrichtung **3** vorbeigeleitet.

[0021] Des Weiteren vorgesehen sein kann eine Bremseinrichtung **18** (vgl. **Fig. 3**), die in betätigtem Zustand eine Reduzierung einer Drehzahl an der Expansionsmaschine **3** bewirkt. Die Bremseinrichtung **18** kann dabei eine Lamellenbremse aufweisen. Die Bremseinrichtung **18** kann darüber hinaus eine Pumpeinrichtung **19** aufweisen, die ein in der Visco-Kupplung **9** angeordnetes Pumpenrad **20** besitzt. Die Pumpeinrichtung **19** dient dabei zum Aufbau eines die Bremseinrichtung **18** betätigenden Bremsdrucks und kann beispielsweise einen in der Visco-Kupplung **9** angeordneten Gerotor **21** umfassen.

[0022] Bei einem schlagartigen Anstieg der Drehzahl in der Brennkraftmaschine **2**, welcher über entsprechende Sensoren detektiert und an das Steuergerät **7** übermittelt wird, kann somit das Steuergerät **7** die Kupplung **5**, d.h. im vorliegenden Fall die Visco-Kopplung **9**, zumindest teilweise öffnen und dadurch bereits zumindest eine Drehzahlreduzierung an der Expansionseinrichtung **3** und einen Schutz derselben gegen Überdrehen bewirken. Zusätzlich kann das Steuergerät **7** in diesem Fall die Ventileinrichtung **16** betätigen, wodurch eine Dampfzufuhr zur Expansionseinrichtung **3** zumindest reduziert, vorzugsweise abgeschaltet wird. Bei besonders starken bzw. hohen Drehzahlanstiegen kann zusätzlich noch die Bremseinrichtung **18** betätigt werden, welche die Drehzahl an der Expansionseinrichtung **3** zusätzlich reduziert. Durch das Vorstehen einer derartigen einen Gerotor **21** aufweisenden Pumpeinrichtung **19** kann ein passives Sicherheitssystem bzw. eine passive Überdrehzahlschutzeinrichtung **6** geschaffen werden, die auch unabhängig von der Ansteuerung durch das Steuergerät **7** funktioniert und lediglich allein durch die von der Brennkraftmaschine **2** ausgehenden Drehzahl aktiviert wird. Hierdurch ließe sich auch ein sogenannter Drehschwingungsdämpfer realisieren.

Patentansprüche

1. Brennkraftmaschinenanordnung (1) mit einer mit der Brennkraftmaschine (2) antriebsverbundenen Expansionseinrichtung (3), **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen der Brennkraftmaschine (2) und der Expansionseinrichtung (3) eine als schaltbare Kupplung (5) ausgebildete Überdrehzahlschutzeinrichtung (6) angeordnet ist, die derart ausgebildet ist, dass sie ein unbeabsichtigtes schnelles Antreiben der Expansionseinrichtung (3) durch die Brennkraftmaschine (2) verhindert.

2. Brennkraftmaschinenanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kupplung (5) als Visco-Kupplung (9) ausgebildet ist und ein schaltbares Ventil (10) aufweist, mittels welchem ein Füll-

grad einer Visco-Kammer (11) der Visco-Kupplung (9) mit einem Fluid (12) beeinflussbar ist.

3. Brennkraftmaschinenanordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Drucklufteinrichtung (14) zum Ausblasen von Fluid (12) aus einer Visco-Kammer (11) der Visco-Kupplung (9) vorgesehen ist.

4. Brennkraftmaschinenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Ventileinrichtung (16) vorgesehen ist, mittels welcher eine Dampfzufuhr zur Expansionseinrichtung (3) beeinflussbar, insbesondere abschaltbar, ist.

5. Brennkraftmaschinenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Bremseinrichtung (18) vorgesehen ist, die in betätigtem Zustand eine Reduzierung einer Drehzahl an der Expansionsmaschine (3) bewirkt.

6. Brennkraftmaschinenanordnung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bremseinrichtung (18) eine Lamellenbremse aufweist.

7. Brennkraftmaschinenanordnung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet**,
- dass die Bremseinrichtung (18) eine Pumpeinrichtung (19) aufweist, die ein in der Visco-Kupplung (9) angeordnetes Pumpenrad besitzt,
- dass die Pumpeinrichtung (19) zum Aufbau eines die Bremseinrichtung (18) betätigenden Bremsdruck ausgebildet ist.

8. Brennkraftmaschinenanordnung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Pumpeinrichtung (19) einen in der Visco-Kupplung (9) angeordneten Gerotor (21) aufweist.

9. Brennkraftmaschinenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Expansionsmaschine (3) als Axialkolbenmaschine oder als Turbine ausgebildet ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

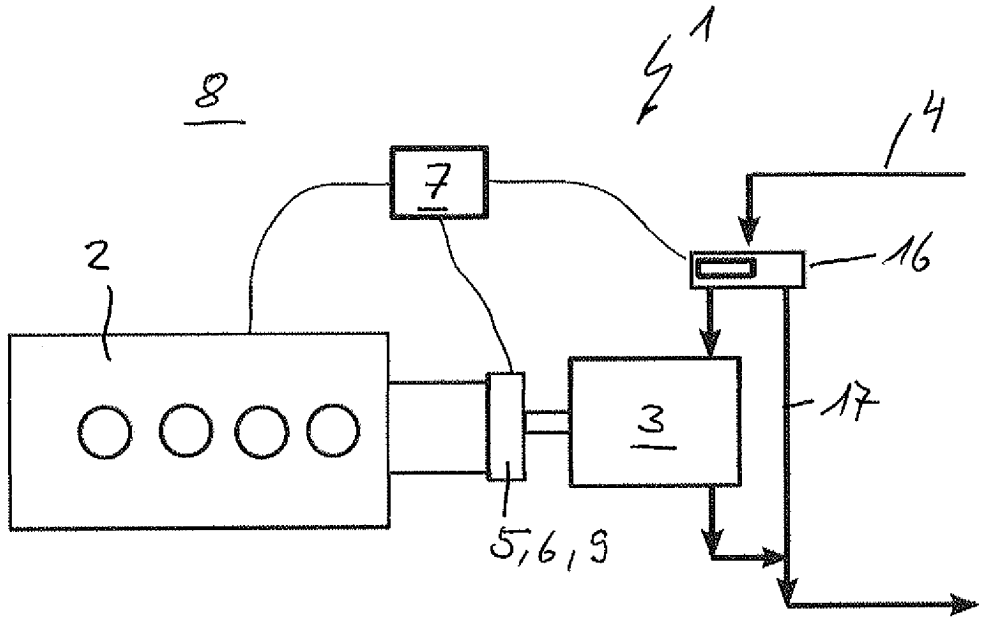


Fig. 1

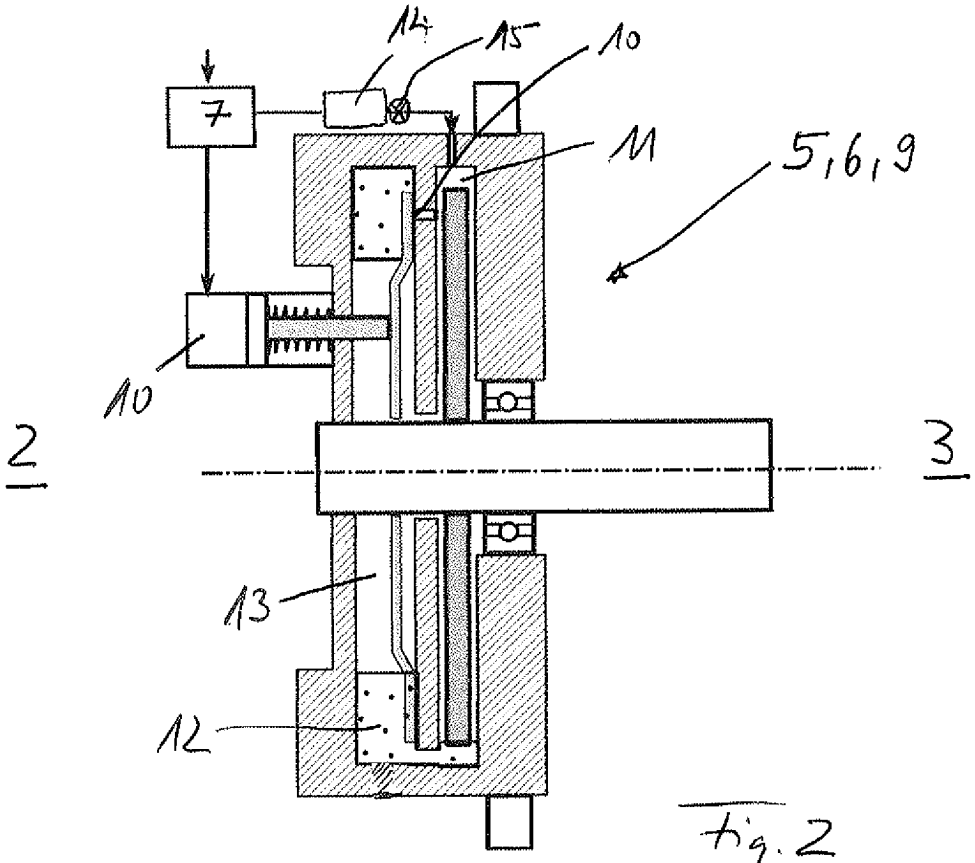


Fig. 2

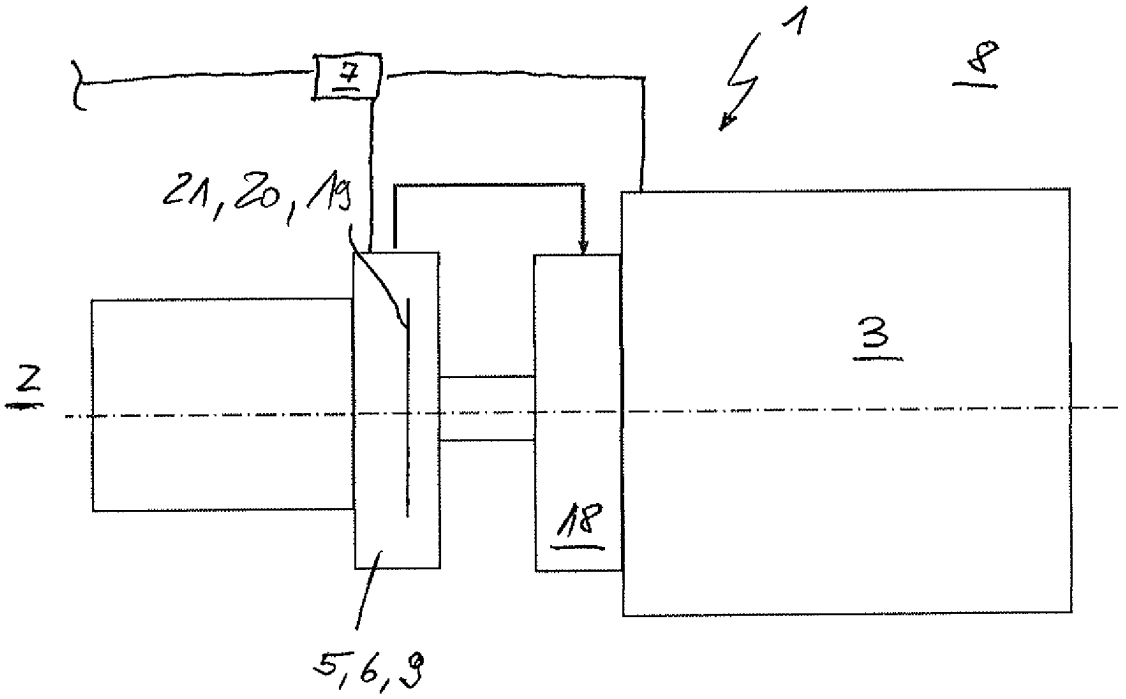


Fig. 3