

(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
30. August 2012 (30.08.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/113386 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert (72) Erfinder; und
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2012/100038 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): NÄGELE, Volker [DE/DE]; Bourg-Achard-Straße 4, 78141 Schönwald (DE). PECHTOLD, Michael [DE/DE]; Karl-Hauptmann-Straße 78, 90765 Fürth (DE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 17. Februar 2012 (17.02.2012)
(25) Einreichungssprache: Deutsch (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, 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.
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
(30) Angaben zur Priorität: 10 2011 011 756.3 18. Februar 2011 (18.02.2011) DE
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): CONTI TEMIC MICROELECTRONIC GMBH [DE/DE]; Sieboldstraße 19, 90411 Nürnberg (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR REGULATING A DOUBLE-CLUTCH TRANSMISSION IN ORDER TO BRING ABOUT A SAFE STATE

(54) Bezeichnung : VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR REGELUNG EINES DOPPELKUPPLUNGSGETRIEBES ZUR ERREICHUNG EINES SICHEREN ZUSTANDS

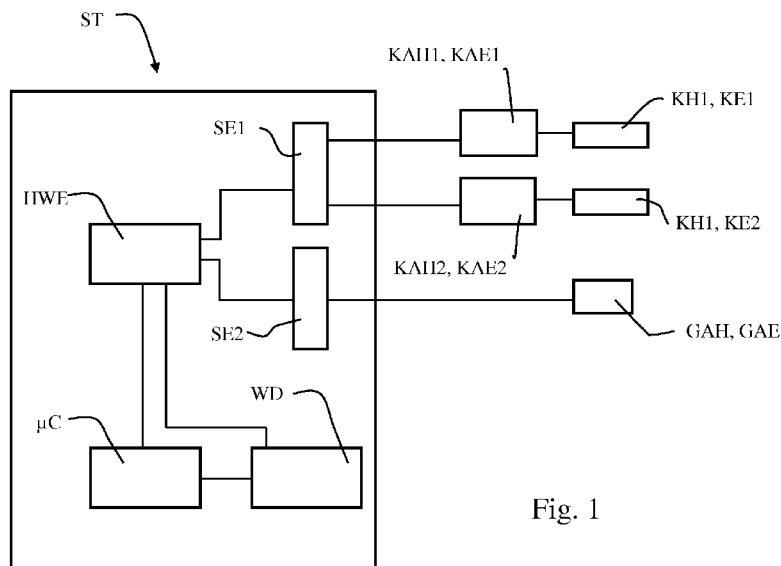


Fig. 1

(57) Abstract: A device and method for regulating a double-clutch transmission activated hydraulically or electromechanically in a motor vehicle, wherein the device comprises a main computer (μ C) which in an emergency operating mode can actuate a separate hardware unit (HWE), a monitoring unit (WD) for monitoring the main computer (μ C), wherein the monitoring unit (WD) can also actuate the separate hardware unit (HWE) in the emergency operating mode, hydraulic clutches (KH1, KH2) for a first or second component transmission, wherein at least one clutch (KH1, KH2) is closed in the pressureless state by spring force, a control unit (SE1, SE2) for controlling a clutch actuator (KAH1, KAE1, KAH2, KAE2) for activating the clutch (KH1, KE1, KH2, KE2) and/or for controlling a transmission actuator (GAH, GAE) in order to bring about the various driving positions of the double-clutch transmission. In the case of a fault, the safe state of an open drive train can be brought about by means of the separate hardware

unit (HWE) by the latter driving the clutch actuator (KAH1, KAE1, KAH2, KAE2) by means of the first control unit (SE1) and said clutch actuator opening the at least one normally closed clutch (KH1, KH2), or by said hardware unit (HWE) actuating the hydraulic transmission actuator (GAH) by means of the second control unit (SE2) and said transmission actuator (GAH) placing the double-clutch transmission in the neutral position, wherein the state of the open drive train can be brought about by using residual hydraulic and/or electrical energy which is stored in the device, and wherein this state can be maintained without the consumption of additional energy, until the emergency operating mode is cancelled.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/113386 A2



(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, 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).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

Vorrichtung und Verfahren zur Regelung eines hydraulisch oder elektromechanisch betätigten Doppelkupplungsgetriebes in einem Kraftfahrzeugs, wobei die Vorrichtung einen Hauptrechner (μC), der im Notfallbetrieb eine separate Hardwareeinheit (HWE) ansteuern kann, eine Überwachungseinheit (WD) zur Überwachung des Hauptrechners (μC), wobei die Überwachungseinheit (WD) im Notfallbetrieb die separate Hardwareeinheit (HWE) ebenfalls ansteuern kann, hydraulische Kupplungen (KH1, KH2) für ein erstes bzw. zweites Teilgetriebe, wobei mindestens eine Kupplung (KH1, KH2) im drucklosen Zustand durch Federkraft geschlossen ist, eine Steuereinheit (SE1, SE2) zur Steuerung eines Kupplungsaktuators (KAH1, KAE1, KAH2, KAE2) zur Betätigung der Kupplung (KH1, KE1, KH2, KE2), bzw. zur Steuerung eines Getriebeaktuators (GAH, GAE) zu Herstellung der verschiedenen Fahrstufen des Doppelkupplungsgetriebes umfasst. Im Fehlerfall ist der sichere Zustand eines offenen Antriebsstrangs durch die separate Hardwareeinheit (HWE) herstellbar, indem sie den Kupplungsaktor (KAH1, KAE1, KAH2, KAE2) mittels der ersten Steuereinheit (SE1) ansteuert und dieser die mindestens eine normally closed Kupplung (KH1, KH2) öffnet, oder indem sie mittels der zweiten Steuereinheit (SE2) den hydraulischen Getriebeaktor (GAH) ansteuert und dieser das Doppelkupplungsgetriebe in Neutralstellung bringt, wobei der Zustand des offenen Antriebsstrangs unter Verwendung einer in der Vorrichtung gespeicherten hydraulischen und/oder elektrischen Restenergie herstellbar ist, und wobei dieser Zustand bis zur Aufhebung des Notfallbetriebes ohne Aufwendung von zusätzlicher Energie haltbar ist.

Vorrichtung und Verfahren zur Regelung eines Doppelkupplungsgetriebes zur Erreichung eines sicheren Zustands

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Regelung eines
5 Doppelkupplungsgetriebes nach den Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche.

Es existieren verschiedene Konzepte, ein Steuergerät insbesondere zur Regelung eines
Doppelkupplungsgetriebes in einem Kraftfahrzeug einzelsicherfrei bzw. eigensicher zu
gestalten. Eine Möglichkeit, die Eigensicherheit eines Steuergerätes zu erreichen, ist die
10 Überwachung im 3-Ebenen Konzept.

Aus der DE 44 38 714 A1 sind ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung einer
Antriebseinheit eines Fahrzeuges bekannt. Hierbei weist das Steuergerät zur
Leistungssteuerung ein Rechnelement auf. Das Rechnelement führt sowohl die Steuerung
15 als auch die Überwachung der korrekten Funktionsweise der Leistungssteuerung durch.
Betriebssicherheit und Verfügbarkeit werden dabei dadurch sicher gestellt, dass zur
Durchführung der Steuerung und der Überwachung wenigstens zwei voneinander
unabhängige Ebenen in einem Rechnelement vorgesehen sind, wobei in einer ersten Ebene
die Funktionen zur Leistungssteuerung bestimmt und in einer zweiten Ebene, insbesondere in
20 Zusammenarbeit mit einem Überwachungsmodul, diese Funktionen, und somit die
Funktionsfähigkeit des Rechnelements selbst überwacht werden.

Zusätzlich wird in der DE 44 38 714 A1 eine dritte Ebene beschrieben, die eine
Ablaufkontrolle der zweiten Ebene durchführt. Diese Überwachung durch die dritte Ebene
25 steigert die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit des Steuergerätes. Insbesondere wird im Über-
wachungsmodul die Ablaufkontrolle als Frage-Antwort-Kommunikation zwischen
Überwachungsmodul und Rechnelement ausgeführt.

Das 3-Ebenen Überwachungskonzept (EGAS-Konzept) setzt sich bei Steuergeräten von
30 Fahrzeugen zur Überwachung elektronischer Systeme immer mehr durch. Dabei besteht das
Steuergerät aus dem sog. Funktions- oder Hauptrechner und der Überwachungseinheit.
Funktionsrechner und Überwachungseinheit kommunizieren über ein Frage-Antwort-
Verfahren. Darüber hinaus verfügen sie über separate Abschaltpfade für die
leistungsbestimmenden Endstufen.

Das EGAS-Konzept wurde ursprünglich für Motorsteuergeräte entwickelt. Dort umfasst die Ebene 1 das eigentliche Funktionsmodul zur Funktionssteuerung der Antriebseinheit des Fahrzeugs. Sie wird daher auch als Funktionsebene bezeichnet. Sie beinhaltet insbesondere Motorsteuerungsfunktionen, u. a. zur Umsetzung der angeforderten Motormomente, Komponentenüberwachungen, die Diagnose der Ein- und Ausgangsgrößen, sowie die Steuerung der Systemreaktionen im erkannten Fehlerfall. Die Ebene 1 wird auf dem Funktionsrechner ausgeführt.

Die Ebene 2, auch als Funktions-Überwachungsebene bezeichnet, umfasst das Sicherheitsmodul und wird ebenfalls auf dem Funktionsrechner ausgeführt. Sie erkennt den fehlerhaften Ablauf überwachungsrelevanter Umfänge des Funktionsmoduls der Ebene 1, unter anderem durch die Überwachung der berechneten Momente oder der Fahrzeugbeschleunigung. Im Fehlerfall erfolgt die Auslösung von Systemreaktionen.

Die Ebene 2 wird in einem durch die Ebene 3 abgesicherten Hardwarebereich des Funktionsrechners durchgeführt. Die Ebene 3, auch Rechner-Überwachungsebene genannt, umfasst insbesondere das Überwachungsmodul auf einem unabhängigen Überwachungsrechner mit Befehlssatztest, Programmablaufkontrolle, A/D-Wandler-Test sowie zyklische und vollständige Speichertests der Ebene 2. Das Überwachungsmodul wird auf einem Überwachungsrechner ausgeführt. Der vom Funktionsrechner unabhängige Überwachungsrechner testet durch ein Frage-Antwort-Verfahren die ordnungsgemäße Abarbeitung der Programmbefehle des Funktionsrechners. Im Fehlerfall erfolgt die Auslösung von Systemreaktionen unabhängig vom Funktionsrechner.

Dieses Überwachungskonzept kann sowohl in Motorsteuergeräten als auch in Getriebesteuergeräten, insbesondere für mechanisch eigensichere Systeme, verwendet werden.

Das heißt in einem konkreten Fall für ein Getriebe mit einer Kupplung, die im drucklosen Zustand durch eine mechanische Federkraft geöffnet ist, dass der beabsichtigte Notfallzustand erreicht wird und die Kupplung durch die mechanische Federkraft dauerhaft im geöffneten Zustand gehalten wird, weil die leistungsbestimmenden Endstufen abgeschaltet sind und das hydraulische System zur Betätigung der Kupplung nicht mehr zur Verfügung steht. Es wird somit kein Moment mehr vom Motor zu den Antriebsrädern übertragen.

Es gibt jedoch Getriebetypen, in denen im drucklosen Zustand die Kupplung gegen eine mechanische Federkraft geschlossen ist, so genannte "normally closed"-Kupplungen, bei denen dieses Überwachungskonzept in der Form dann nicht angewendet werden kann.

- 5 Es stellt sich daher die Aufgabe, eine einfache, kostengünstige und zuverlässige Vorrichtung und ein entsprechendes Verfahren zur Regelung eines mechanisch nicht eigensicheren Systems, insbesondere für ein hydraulisch betätigtes Doppelkupplungsgetriebe zu schaffen.

10 Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst durch eine Vorrichtung und Verfahren mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche 1, 5 und 6.

Die Vorrichtung zur Regelung eines hydraulisch betätigten Doppelkupplungsgetriebes im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs umfasst im wesentlichen einen Hauptrechner zur Regelung des Normalbetriebes des Fahrzeugs, der im Notfallbetrieb eine separate
15 Hardwareeinheit ansteuert, eine Überwachungseinheit zur Überwachung des Hauptrechners, eine erste hydraulische Kupplung für ein erstes Teilgetriebe, eine zweite hydraulische Kupplung für ein zweites Teilgetriebe, wobei mindestens eine Kupplung im drucklosen Zustand durch Federkraft geschlossen ist, das heißt als normally closed Kupplung ausgelegt ist, und eine erste und eine zweite Steuereinheit zur Steuerung eines hydraulischen
20 Kupplungsaktuators zur Betätigung der Kupplungen, oder zur Steuerung eines hydraulischen Getriebeaktuators zur Herstellung der verschiedenen Fahrstufen des Doppelkupplungsgetriebes.

Im Fehlerfall ist der sichere Zustand eines offenen Antriebsstrangs insbesondere durch die
25 separate Hardwareeinheit herstellbar, indem die separate Hardwareeinheit den Kupplungsaktor mittels der ersten Steuereinheit ansteuert und dieser die Kupplung öffnet, oder indem die separate Hardwareeinheit mittels der zweiten Steuereinheit den hydraulischen Getriebeaktor ansteuert und dieser das Doppelkupplungsgetriebe in Neutralstellung bringt, wobei der Zustand des offenen Antriebsstrangs unter Verwendung einer in der Vorrichtung
30 gespeicherten hydraulischen und elektrischen Restenergie herstellbar ist, und wobei dieser Zustand bis zur Aufhebung des Notfallbetriebes ohne Aufwendung von zusätzlicher Energie haltbar ist.

Die hydraulische Restenergie ist insbesondere als Restdruck in einem hydraulischen Druckspeicher der Vorrichtung gespeichert, wobei der Druck im hydraulischen Druckspeicher im Normalbetrieb von einer Hydraulikpumpe erzeugt wird.

- 5 Der Druck im hydraulischen Druckspeicher ist insbesondere durch einen Drucksensor ermittelbar, und die Hydraulikpumpe ist vorteilhafterweise beim Unterschreiten eines unteren Druckschaltpunktes einschaltbar und beim Überschreiten eines oberen Druckschaltpunktes ausschaltbar.
- 10 Insbesondere ist der untere Druckschaltpunkt derart einstellbar, dass im Notfallbetrieb die hydraulische Restenergie ausreicht, um den Kupplungsaktor zum Öffnen der Kupplung oder den Getriebeaktor zum Erreichen der Neutralstellung zu betätigen.

- Ein Verfahren zur Regelung des hydraulisch betätigten, mechanisch nicht eigensicheren
- 15 Doppelkupplungsgetriebes umfasst insbesondere folgende Schritte:
- Erkennen eines sicherheitskritischen Zustandes durch den Hauptrechner oder durch die Überwachungseinheit und Auslösen des Notfallbetriebes,
 - Senden eines Steuersignals an die Hardwareinheit durch den Hauptrechner oder durch die Überwachungseinheit,
 - 20 – Senden eines Steuersignals an die erste Steuereinheit durch die Hardwareinheit,
 - Senden eines Steuersignals an den hydraulischen Kupplungsaktor durch die erste Steuereinheit,
 - Öffnen der mindestens einen hydraulischen normally closed Kupplung durch den hydraulischen Kupplungsaktor,
 - 25 – Halten der offenen Stellung des hydraulischen Kupplungsaktors bei geöffneter normally closed Kupplung mittels einer mechanischen Verriegelungsvorrichtung oder eines hydraulischen Sperrventils, wobei der Zustand der offenen Kupplung unter Verwendung einer in der Vorrichtung gespeicherten hydraulischen und elektrischen Restenergie hergestellt wird, und wobei dieser Zustand bis zur Aufhebung des
 - 30 Notfallbetriebes ohne Aufwendung von zusätzlicher Energie gehalten wird.

Ein alternatives Verfahren zur Regelung des hydraulisch betätigten, mechanisch nicht eigensicheren Doppelkupplungsgetriebes umfasst insbesondere folgende Schritte:

- Erkennen eines sicherheitskritischen Zustandes durch den Hauptrechner oder durch die Überwachungseinheit und Auslösen des Notfallbetriebes,
- Senden eines Steuersignals an die Hardwareeinheit durch den Hauptrechner oder durch die Überwachungseinheit,
- 5 – Senden eines Steuersignals an die zweite Steuereinheit durch die Hardwareeinheit,
- Senden eines Steuersignals an den hydraulischen Getriebeaktuator durch die zweite Steuereinheit,
- Einstellen und Halten der Neutralstellung im Doppelkupplungsgetriebe durch den hydraulischen Getriebeaktuator, wobei die Neutralstellung unter Verwendung einer in
10 der Vorrichtung gespeicherten hydraulischen und elektrischen Restenergie hergestellt wird, und wobei dieser Zustand bis zur Aufhebung des Notfallbetriebes ohne Aufwendung von zusätzlicher Energie gehalten wird.

Ferner stellt sich die Aufgabe, eine einfache, kostengünstige und zuverlässige Vorrichtung
15 und ein entsprechendes Verfahren zur Regelung eines mechanisch nicht eigensicheren Systems, insbesondere für ein elektromechanisch betätigtes Doppelkupplungsgetriebe zu schaffen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst durch eine Vorrichtung und ein Verfahren mit den
20 Merkmalen der unabhängigen Ansprüche 8, 13 und 14.

Hier ist im Fehlerfall der sichere Zustand eines offenen Antriebsstrangs insbesondere durch die separate Hardwareeinheit herstellbar, indem die separate Hardwareeinheit den Kupplungsaktuator mittels der entsprechenden Steuereinheit ansteuert und dieser die
25 Kupplung öffnet, oder indem die separate Hardwareeinheit mittels der entsprechenden Steuereinheit den elektromechanischen Getriebeaktuator ansteuert und dieser das Doppelkupplungsgetriebe in Neutralstellung bringt, wobei der Zustand des offenen Antriebsstrangs unter Verwendung einer in der Vorrichtung gespeicherten elektrischen Restenergie herstellbar ist, und wobei dieser Zustand bis zur Aufhebung des Notfallbetriebes
30 ohne Aufwendung von zusätzlicher Energie haltbar ist.

Ein Verfahren zur Regelung des elektromechanisch betätigten, mechanisch nicht eigensicheren Doppelkupplungsgetriebes umfasst insbesondere folgende Schritte:

- Erkennen eines sicherheitskritischen Zustandes durch den Hauptrechner oder durch die Überwachungseinheit und Auslösen des Notfallbetriebes,
- Senden eines Steuersignals an die Hardwareeinheit durch den Hauptrechner oder durch die Überwachungseinheit,
- 5 – Senden eines Steuersignals an die erste Steuereinheit durch die Hardwareeinheit,
- Senden eines Steuersignals an den elektromechanischen Kupplungsaktuator durch die erste Steuereinheit,
- Öffnen der mindestens einen elektromechanischen normally closed Kupplung durch den elektromechanischen Kupplungsaktuator,
- 10 – Halten der offenen Stellung des elektromechanischen Kupplungsaktuators bei geöffneter Kupplung mittels einer mechanischen Verriegelungsvorrichtung oder eines hydraulischen Sperrventils, wobei der Zustand der offenen Kupplung unter Verwendung einer in der Vorrichtung gespeicherten elektrischen Restenergie hergestellt wird, und wobei dieser Zustand bis zur Aufhebung des Notfallbetriebes
- 15 ohne Aufwendung von zusätzlicher Energie gehalten wird.

Ein alternatives Verfahren zur Regelung des elektromechanisch betätigten, mechanisch nicht eigensicheren Doppelkupplungsgetriebes umfasst insbesondere folgende Schritte:

- Erkennen eines sicherheitskritischen Zustandes durch den Hauptrechner oder durch die Überwachungseinheit und Auslösen des Notfallbetriebes,
- 20 – Senden eines Steuersignals an die Hardwareeinheit durch den Hauptrechner oder durch die Überwachungseinheit,
- Senden eines Steuersignals an die zweite Steuereinheit durch die Hardwareeinheit,
- Senden eines Steuersignals an den elektromechanischen Getriebeaktuator durch die
- 25 zweite Steuereinheit,
- Einstellen und Halten der Neutralstellung im Doppelkupplungsgetriebe durch den elektromechanischen Getriebeaktuator, wobei die Neutralstellung unter Verwendung einer in der Vorrichtung gespeicherten elektrischen Restenergie hergestellt wird, und wobei dieser Zustand bis zur Aufhebung des Notfallbetriebes ohne Aufwendung von
- 30 zusätzlicher Energie gehalten wird.

Insbesondere ist die elektrische Restenergie zur Versorgung der Steuereinheiten und des elektromechanischen Getriebeaktuators im Fahrzeug in einem separaten elektrischen Energiespeicher oder der vorhandenen Fahrzeugbatterie gespeichert.

Im Notfallbetrieb sind die Kupplungsaktuatoren bei geöffneter Kupplung beispielsweise mittels einer mechanischen Verriegelungsvorrichtung wie einem federgestützten Rastmechanismus oder eines hydraulischen Sperrventils in dieser Stellung haltbar.

5

Vorzugsweise sind der Hauptrechner, die Überwachungseinheit, die separate Hardwareeinheit und die Steuereinheiten auf einem gemeinsamen Schaltungsträger angeordnet und erlauben eine kompakte Bauweise der Vorrichtung .

10 Insbesondere ist dabei die separate Hardwareeinheit als eine diskret aufgebaute Elektronik zur Realisierung einer einfachen Ablaufsteuerung im Notfallbetrieb ausgeführt, oder sie ist als ein weiterer Rechner zur Realisierung einer programmierten Ablaufsteuerung im Notfallbetrieb ausgeführt.

15 In der nachfolgenden Beschreibung werden die Merkmale und Einzelheiten der Erfindung in Zusammenhang mit den beigefügten Zeichnungen anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. Dabei sind in einzelnen Varianten beschriebene Merkmale und Zusammenhänge grundsätzlich auf alle Ausführungsbeispiele übertragbar. In den Zeichnungen zeigen:

20 Fig. 1 schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Regelung eines Doppelkupplungsgetriebes, und

Fig. 2 schematische Darstellung eines Kupplungsaktuators im geschlossenen, offenen und im offenen und energiefrei fixierten Zustand.

25

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Regelung eines hydraulisch betätigten, nicht dargestellten, Doppelkupplungsgetriebes im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs. Die Vorrichtung umfasst einen Hauptrechner μC zur Regelung des

30 Normalbetriebes des Fahrzeugs, der im Notfallbetrieb eine separate Hardwareeinheit HWE ansteuern kann, und eine Überwachungseinheit WD zur Überwachung des Hauptrechners μC , die ebenfalls im Notfallbetrieb eine separate Hardwareeinheit HWE ansteuern kann,

Weiterhin umfasst die Vorrichtung eine erste hydraulisch betätigte Kupplung KH1 für ein erstes Teilgetriebe, eine zweite hydraulisch betätigte Kupplung KH2 für ein zweites

35 Teilgetriebe, wobei mindestens eine Kupplung KH1, KH2 im drucklosen Zustand durch Federkraft geschlossen ist. Weiterhin umfasst die Vorrichtung eine erste Steuereinheit SE1 zur Steuerung eines ersten hydraulischen Kupplungsaktuators KAH1 und eines zweiten

hydraulischen Kupplungsaktuators KAH2 zur Betätigung der ersten Kupplung KH1 bzw. der zweiten Kupplung KH2, und eine zweite Steuereinheit SE2 zur Steuerung eines hydraulischen Getriebeaktuators GAH zu Herstellung der verschiedenen Fahrstufen des Doppelkupplungsgetriebes.

5

Vorteilhafterweise sind der Hauptrechner μC , die separate Hardwareeinheit HWE, die Überwachungseinheit WD und die erste und die zweite Steuereinheit SE1, SE2 auf einem gemeinsamen Schaltungsträger ST angeordnet. Dies ermöglicht vor allem eine kompakte Bauweise der Vorrichtung.

10

Die Überwachungseinheit WD überwacht insbesondere die Funktion des Hauptrechners μC , der wiederum den Normalbetrieb des Fahrzeugs regelt. Im Fehlerfall löst der Hauptrechner μC den Notfallbetrieb aus und steuert dann die Hardwareeinheit HWE an. Es wäre auch denkbar, dass der Notfallbetrieb durch die Überwachungseinheit WD ausgelöst wird, z. B. bei einem Ausfall des Hauptrechners μC .

15

Im Fehlerfall wird der sichere Zustand eines offenen Antriebsstrangs insbesondere durch die separate Hardwareeinheit HWE hergestellt. Hierbei gibt es zwei Möglichkeiten. Die eine Möglichkeit ist, dass die separate Hardwareeinheit HWE die hydraulischen Kupplungs-

20 aktuatoren KAH1, KAH2 mittels der ersten Steuereinheit SE1 ansteuert und diese Aktuatoren KAH1, KAH2 jeweils die entsprechenden hydraulischen Kupplungen KH1, KH2 öffnen, falls beide Kupplungen KH1, KH2 als normally closed-Kupplungen ausgeführt sind.

20

Die zweite Möglichkeit ist, dass die separate Hardwareeinheit HWE mittels der zweiten Steuereinheit SE2 den hydraulischen Getriebeaktor GAH ansteuert und dieser das

25

Doppelkupplungsgetriebe in Neutralstellung bringt. Besonders vorteilhaft ist, dass der Zustand des offenen Antriebsstrangs unter Verwendung einer in der Vorrichtung gespeicherten hydraulischen und/oder elektrischen Restenergie hergestellt werden kann. Ein zusätzlicher Vorteil ist, dass dieser Zustand des offenen Antriebsstrangs bis zur Aufhebung des Notfallbetriebes ohne Aufwendung von zusätzlicher Energie haltbar ist.

30

Bis hierher wurde in Fig. 1 eine Vorrichtung zur Regelung eines hydraulisch betätigten Doppelkupplungsgetriebes beschrieben. Das Gesagte gilt selbstverständlich auch für eine Vorrichtung zur Regelung eines elektromechanisch betätigten Doppelkupplungsgetriebes mit elektromechanischen Kupplungsaktuatoren KAE1, KAE2 zur Betätigung der elektro-

mechanischen Kupplungen KE1, KE2 und mit einem elektromechanischen Getriebeaktuator GAE.

Die in der Vorrichtung gespeicherte hydraulische Restenergie kann insbesondere als
5 Restdruck in einem hydraulischen Druckspeicher der Vorrichtung gespeichert sein, wobei der
Druck im hydraulischen Druckspeicher im Normalbetrieb in der Regel von einer
Hydraulikpumpe erzeugt wird.

Die in der Vorrichtung gespeicherte elektrische Restenergie zur Versorgung der Steuereinheit
10 SE1, SE2, der elektromechanischen Kupplungsaktuatoren KAE1, KAE2 und des
elektromechanischen Getriebeaktuators GAE ist insbesondere in einem separaten elektrischen
Energiespeicher, z. B. einem Kondensator im Fahrzeug oder der vorhandenen
Fahrzeugbatterie gespeichert.

Ein zusätzlicher Vorteil ist, dass im Notfallbetrieb insbesondere der Zustand des offenen
15 Antriebsstrangs durch die offenen Kupplungen KH1, KE1, KH2, KE2 bis zur Aufhebung des
Notfallbetriebes ohne Aufwendung von zusätzlicher Energie in dieser Stellung haltbar ist,
wobei die Kupplungsaktuatoren KAH1, KAH2, KAE1, KAE2 insbesondere mittels einer
mechanischen Verriegelungsvorrichtung VVR oder eines hydraulischen Sperrventils in dieser
20 Stellung fixiert sind.

Fig. 2a, Fig. 2b und Fig. 2c zeigen eine schematische Darstellung eines Kupplungsaktuators
KAH1, KAH2, KAE1, KAE2 im geschlossenen, offenen und im offenen und zusätzlich
energiefrei fixierten oder auch leistungslos arretierten Zustand. In diesem Fall ist die
25 energiefreie Fixierung bzw. leistungslose Arretierung des Kupplungsaktuators KAH1, KAH2,
KAE1, KAE2 im Zustand "offen" durch eine mechanische, federgestützte Verrastung
dargestellt. Dieser Zustand könnte auch beispielsweise durch ein geeignetes hydraulisches
Sperrventil an Stelle der mechanischen Verrastung hergestellt werden.

30 Nach Erreichen der Kupplungsposition "offen" wird die Kupplung KH1, KE1, KH2, KE2
energiefrei daran gehindert, die Position "offen" zu verlassen.

Um die Fixierung des sicheren Zustands wieder aufzuheben, muss nach erfolgreicher Verfügbarkeitsüberprüfung des Systems durch den Hauptrechner die Fixierung durch Aufwenden von Energie wieder gelöst werden.

- 5 Dies geschieht beispielsweise durch den folgenden Ablauf bei fixierter offener normally closed Kupplung:
- Bewegen des Kupplungsaktuators in Richtung "offener Kupplung", um die Kupplungsposition wieder aufzunehmen,
 - Lösen der Fixierung z. B. durch elektromagnetisches Zurückziehen der mechanischen
10 Verriegelung oder Verrastung oder elektrisches Öffnen des hydraulischen Sperrventils,
 - Bewegen der Kupplung in die vorgegebene Position der wieder im korrekten Normalbetrieb des Fahrzeugs arbeitenden Steuereinheit.
- 15 Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die erfindungsgemäße Vorrichtung folgende Vorteile aufweist:
- Ausnutzen gespeicherter Restenergie von Energiespeichern, die sich im System befinden, wie z. B. Kondensatoren oder hydraulischen Druckspeichern,
 - Fixieren des sicheren Zustandes der offenen Kupplungen ohne weiteres Aufwenden
20 von Energie, wie z. B. Bestromen von Ventilen oder Pumpenmotoren,
 - Wegfall der Notwendigkeit jeglicher aktiv steuernder Systeme zur Erhaltung des sicheren Zustands des Systems wie z. B. Rechneinheiten, Hydraulikeinheiten, und
 - Möglichkeit des Einsatzes einer „normally closed“ Kupplung in automatisierten Getrieben, und somit der Verringerung des Energieverbrauchs des Fahrzeugs auch im
25 Normalbetrieb, und zwar in dem Fall, dass die aktive normally closed Kupplung ohne Energieaufwand geschlossen ist und die zur selben Zeit zweite inaktive Kupplung gegen eine Federkraft ebenfalls ohne zusätzlichen Energieaufwand geöffnet ist.
 - Für den Anwendungsfall, dass in einem Doppelkupplungsgetriebe zwei normally closed Kupplungen verwendet werden, geht der Energieeinsparungsvorteil der
30 Verwendung von nur einer normally closed Kupplung zumindest teilweise verloren, da dann im Normalbetrieb immer eine normally closed Kupplung durch Überwindung der Federkraft unter Aufwendung von Energie geöffnet werden und gehalten sein muss. Dem kann entgegengewirkt werden, indem auch im Normalbetrieb das Öffnen der

inaktiven normally closed Kupplung und das geöffnet Halten dieser Kupplung nach demselben Prinzip vorstatten geht wie im Fehlerfall.

Patentansprüche:

1. Vorrichtung zur Regelung eines hydraulisch betätigten, mechanisch nicht eigensicheren Doppelkupplungsgetriebes im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs, umfassend

- 5 – einen Hauptrechner (μC) zur Regelung des Normalbetriebes des Fahrzeugs, der im Notfallbetrieb eine separate Hardwareeinheit (HWE) ansteuern kann,
- eine Überwachungseinheit (WD) zur Überwachung des Hauptrechners (μC), wobei die Überwachungseinheit (WD) im Notfallbetrieb die separate Hardwareeinheit (HWE) ansteuern kann,
- 10 – eine erste hydraulische Kupplung (KH1) für ein erstes Teilgetriebe, eine zweite hydraulische Kupplung (KH2) für ein zweites Teilgetriebe, wobei mindestens eine Kupplung (KH1, KH2) im drucklosen Zustand durch Federkraft geschlossen ist (normally closed Kupplung),
- eine Steuereinheit (SE1, SE2) zur Steuerung eines hydraulischen Kupplungsaktuators (KAH1, KAH2) zur Betätigung der entsprechenden Kupplung (KH1, KH2), oder zur
15 Steuerung eines hydraulischen Getriebeaktuators (GAH) zur Herstellung der verschiedenen Fahrstufen des Doppelkupplungsgetriebes,

dadurch gekennzeichnet, dass

im Fehlerfall der sichere Zustand eines offenen Antriebsstrangs durch die separate Hardwareeinheit (HWE) herstellbar ist,

- 20 – indem die separate Hardwareeinheit (HWE) den Kupplungsaktor (KAH1, KAH2) mittels der ersten Steuereinheit (SE1) ansteuert und dieser die mindestens eine normally closed Kupplung (KH1, KH2) öffnet,

oder

- 25 – indem die separate Hardwareeinheit (HWE) mittels der zweiten Steuereinheit (SE2) den hydraulischen Getriebeaktor (GAH) ansteuert und dieser das Doppelkupplungsgetriebe in Neutralstellung bringt,

wobei der Zustand des offenen Antriebsstrangs unter Verwendung einer in der Vorrichtung gespeicherten hydraulischen und/oder elektrischen Restenergie herstellbar ist, und wobei dieser Zustand bis zur Aufhebung des Notfallbetriebes ohne Aufwendung von zusätzlicher
30 Energie haltbar ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die hydraulische Restenergie als Restdruck in einem hydraulischen Druckspeicher der Vorrichtung gespeichert ist, wobei

der Druck im hydraulischen Druckspeicher im Normalbetrieb von einer Hydraulikpumpe erzeugt wird.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Druck im
5 hydraulischen Druckspeicher durch einen Drucksensor ermittelbar ist, und die Hydraulikpumpe beim Unterschreiten eines unteren Druckschaltpunktes einschaltbar und beim Überschreiten eines oberen Druckschaltpunktes ausschaltbar ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der untere Druckschaltpunkt
10 derart einstellbar ist, dass im Notfallbetrieb die hydraulische Restenergie ausreicht, den Kupplungsaktor (KAH1, KAH2) zum Öffnen der Kupplung (KH1, KH2) oder den Getriebeaktor (GAH) zum Erreichen der Neutralstellung zu betätigen.
5. Verfahren zur Regelung eines hydraulisch betätigten, mechanisch nicht eigensicheren
15 Doppelkupplungsgetriebes mit einer Vorrichtung nach Anspruch 1 mit den Schritten:
- Erkennen eines sicherheitskritischen Zustandes durch den Hauptrechner (μC) oder durch die Überwachungseinheit (WD) und Auslösen des Notfallbetriebes durch den Hauptrechner (μC) oder durch die Überwachungseinheit (WD),
 - Senden eines Steuersignals an die Hardwareinheit (HWE) durch den Hauptrechner
20 (μC) oder durch die Überwachungseinheit (WD),
 - Senden eines Steuersignals an die erste Steuereinheit (SE1) durch die Hardwareinheit (HWE),
 - Senden eines Steuersignals an den hydraulischen Kupplungsaktor (KAH1, KAH2) durch die erste Steuereinheit (SE1),
 - 25 – Öffnen der mindestens einen hydraulischen normally closed Kupplung (KH1, KH2) durch den hydraulischen Kupplungsaktor (KAH1, KAH2),
 - Halten der offenen Stellung des hydraulischen Kupplungsaktors (KAH1, KAH2) bei geöffneter normally closed Kupplung (KH1, KH2) mittels einer mechanischen Verriegelungsvorrichtung (VVR) oder eines hydraulischen Sperrventils, wobei der
30 Zustand der offenen normally closed Kupplung (KH1, KH2) unter Verwendung einer in der Vorrichtung gespeicherten hydraulischen und elektrischen Restenergie hergestellt wird, und wobei dieser Zustand bis zur Aufhebung des Notfallbetriebes ohne Aufwendung von zusätzlicher Energie gehalten wird.

6. Verfahren zur Regelung eines hydraulisch betätigten, mechanisch nicht eigensicheren Doppelkupplungsgetriebes mit einer Vorrichtung nach Anspruch 1 mit den Schritten:

- Erkennen eines sicherheitskritischen Zustandes durch den Hauptrechner (μC) oder durch die Überwachungseinheit (WD) und Auslösen des Notfallbetriebes durch den Hauptrechner (μC) oder durch die Überwachungseinheit (WD),
- Senden eines Steuersignals an die Hardwareeinheit (HWE) durch den Hauptrechner (μC) oder durch die Überwachungseinheit (WD),
- Senden eines Steuersignals an die zweite Steuereinheit (SE2) durch die Hardwareeinheit (HWE),
- Senden eines Steuersignals an den hydraulischen Getriebeaktuator (GAH) durch die zweite Steuereinheit (SE2),
- Einstellen und Halten der Neutralstellung im Doppelkupplungsgetriebe durch den hydraulischen Getriebeaktuator (GAH), wobei die Neutralstellung unter Verwendung einer in der Vorrichtung gespeicherten hydraulischen und elektrischen Restenergie hergestellt wird, und wobei dieser Zustand bis zur Aufhebung des Notfallbetriebes ohne Aufwendung von zusätzlicher Energie gehalten wird.

7. Steuergerät zur Verwendung in einem Verfahren nach einem der Ansprüche 5 oder 6.

8. Vorrichtung zur Regelung eines elektromechanisch betätigten, mechanisch nicht eigensicheren Doppelkupplungsgetriebes im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs, umfassend

- einen Hauptrechner (μC) zur Regelung des Normalbetriebes des Fahrzeugs, der im Notfallbetrieb eine separate Hardwareeinheit (HWE) ansteuern kann,
- eine Überwachungseinheit (WD) zur Überwachung des Hauptrechners (μC), wobei die Überwachungseinheit (WD) im Notfallbetrieb die separate Hardwareeinheit (HWE) ansteuern kann,
- eine erste elektromechanische Kupplung (KE1) für ein erstes Teilgetriebe, eine zweite elektromechanische Kupplung (KE2) für ein zweites Teilgetriebe, wobei mindestens eine Kupplung (KE1, KE2) im stromlosen Zustand durch Federkraft geschlossen ist (normally closed Kupplung),
- eine Steuereinheit (SE1, SE2) zur Steuerung eines elektromechanischen Kupplungsaktuators (KAE1, KAE2) zur Betätigung der Kupplung (KE1, KE2), oder
- zur Steuerung eines elektromechanischen Getriebeaktuators (GAE) zu Herstellung der verschiedenen Fahrstufen des Doppelkupplungsgetriebes

dadurch gekennzeichnet, dass

im Fehlerfall der sichere Zustand eines offenen Antriebsstrangs durch die separate Hardwareeinheit (HWE) herstellbar ist,

- indem die separate Hardwareeinheit (HWE) den Kupplungsaktuator (KAE1, KAE2) mittels der ersten Steuereinheit (SE1) ansteuert und dieser die mindestens eine normally closed Kupplung (KE1, KE2) öffnet,

oder

- indem die separate Hardwareeinheit (HWE) mittels der zweiten Steuereinheit (SE2) den elektromechanischen Getriebeaktuator (GAE) ansteuert und dieser das Doppelkupplungsgetriebe in Neutralstellung bringt, wobei der Zustand des offenen Antriebsstrangs unter Verwendung einer in der Vorrichtung gespeicherten elektrischen Restenergie herstellbar ist, und wobei dieser Zustand bis zur Aufhebung des Notfallbetriebes ohne Aufwendung von zusätzlicher Energie haltbar ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 und 8, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Restenergie zur Versorgung der Steuereinheit (SE1, SE2) und des elektromechanischen Getriebeactuators (GAE) in einem separaten elektrischen Energiespeicher im Fahrzeug oder der Fahrzeugbatterie gespeichert ist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 und 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Kupplungsaktuator (KAH1, KAH2, KAE1, KAE2) mittels einer mechanischen Verriegelungsvorrichtung (VVR) oder eines hydraulischen Sperrventils bei geöffneter Kupplung (KH1, KH2, KE1, KE2) in dieser Stellung haltbar ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 und 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Hauptrechner (μ C), die Überwachungseinheit (WD), die separate Hardwareeinheit (HWE) und die Steuereinheit (SE1, SE2) auf einem gemeinsamen Schaltungsträger (ST) angeordnet sind.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 und 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die separate Hardwareeinheit (HWE) als eine diskret aufgebaute Elektronik zur Realisierung einer einfachen Ablaufsteuerung im Notfallbetrieb ausgeführt ist oder als ein weiterer Rechner zur Realisierung einer programmierten Ablaufsteuerung im Notfallbetrieb ausgeführt ist.

13. Verfahren zur Regelung eines elektromechanisch betätigten, mechanisch nicht eigensicheren Doppelkupplungsgetriebes mit einer Vorrichtung nach Anspruch 8 mit den Schritten:

- 5 – Erkennen eines sicherheitskritischen Zustandes durch den Hauptrechner (μC) oder durch die Überwachungseinheit (WD) und Auslösen des Notfallbetriebes durch den Hauptrechner (μC) oder durch die Überwachungseinheit (WD),
- Senden eines Steuersignals an die Hardwareeinheit (HWE) durch den Hauptrechner (μC) oder durch die Überwachungseinheit (WD),
- 10 – Senden eines Steuersignals an die erste Steuereinheit (SE1) durch die Hardwareeinheit (HWE),
- Senden eines Steuersignals an den elektromechanischen Kupplungsaktuator (KAE1, KAE2) durch die erste Steuereinheit (SE1),
- Öffnen der mindestens einen elektromechanischen normally closed Kupplung (KE1, KE2) durch den elektromechanischen Kupplungsaktuator (KAE1, KAE2),
- 15 – Halten der offenen Stellung des elektromechanischen Kupplungsactuators (KAE1, KAE2) bei geöffneter normally closed Kupplung (KE1, KE2) mittels einer mechanischen Verriegelungsvorrichtung oder eines hydraulischen Sperrventils, wobei der Zustand der offenen Kupplung (KE1, KE2) unter Verwendung einer in der
- 20 Vorrichtung (VVR) gespeicherten elektrischen Restenergie hergestellt wird, und wobei dieser Zustand bis zur Aufhebung des Notfallbetriebes ohne Aufwendung von zusätzlicher Energie gehalten wird.

14. Verfahren zur Regelung eines elektromechanisch betätigten, mechanisch nicht eigensicheren Doppelkupplungsgetriebes mit einer Vorrichtung nach Anspruch 8 mit den Schritten:

- Erkennen eines sicherheitskritischen Zustandes durch den Hauptrechner (μC) oder durch die Überwachungseinheit (WD) und Auslösen des Notfallbetriebes durch den Hauptrechner (μC) oder durch die Überwachungseinheit (WD),
- 30 – Senden eines Steuersignals an die Hardwareeinheit (HWE) durch den Hauptrechner (μC) oder durch die Überwachungseinheit (WD),
- Senden eines Steuersignals an die zweite Steuereinheit (SE2) durch die Hardwareeinheit (HWE),

- Senden eines Steuersignals an den elektromechanischen Getriebeaktor (GAE) durch die zweite Steuereinheit (SE2),
- Einstellen und Halten der Neutralstellung im Doppelkupplungsgetriebe durch den elektromechanischen Getriebeaktor (GAE), wobei die Neutralstellung unter Verwendung einer in der Vorrichtung gespeicherten elektrischen Restenergie hergestellt wird, und wobei dieser Zustand bis zur Aufhebung des Notfallbetriebes ohne Aufwendung von zusätzlicher Energie gehalten wird.

5

15. Steuergerät zur Verwendung in einem Verfahren nach einem der Ansprüche 13 oder 14.

10

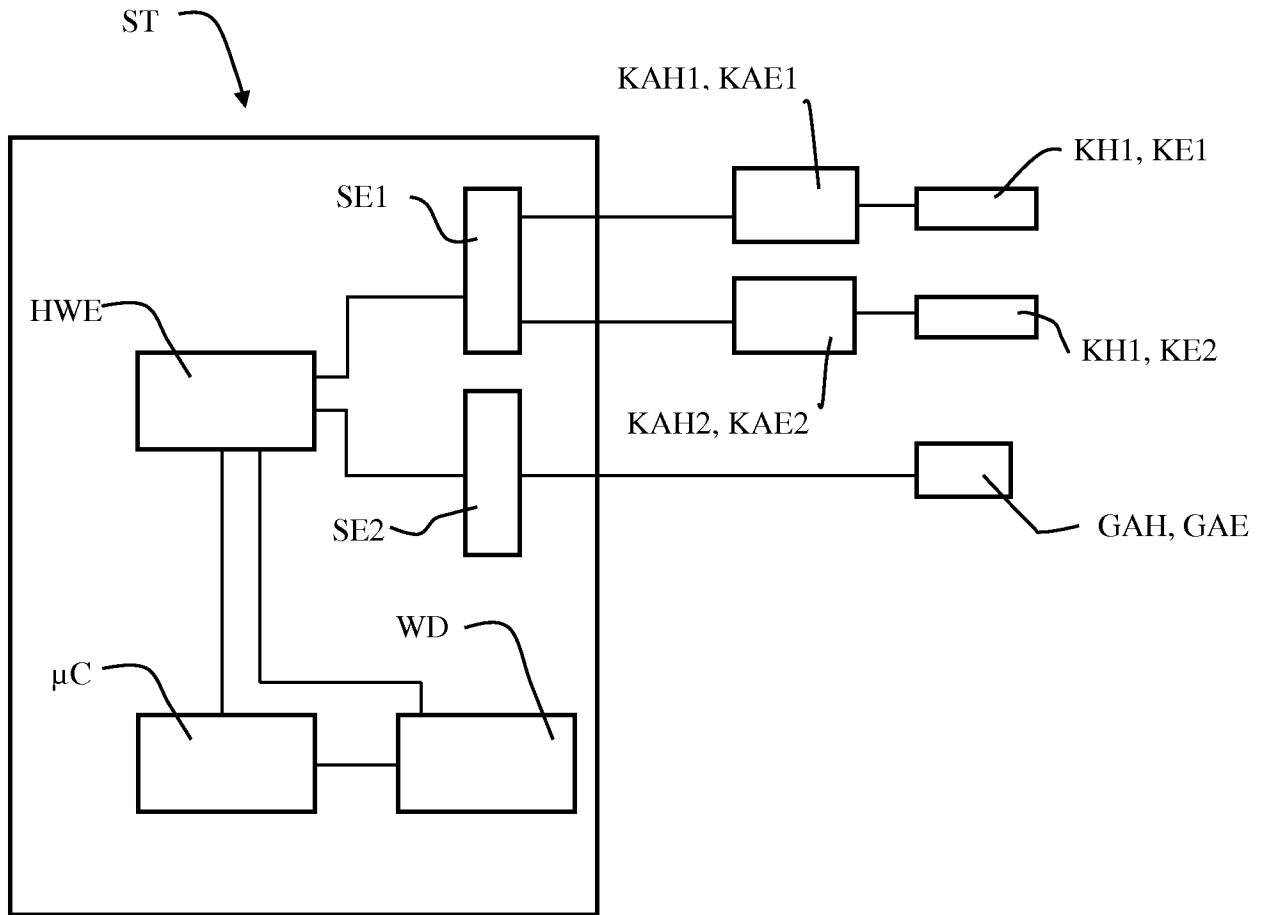


Fig. 1

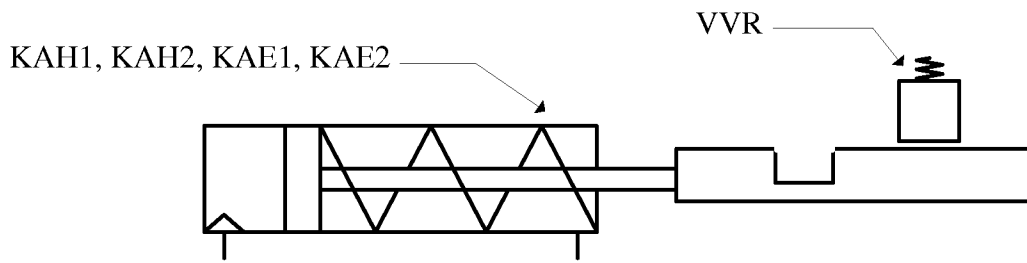


Fig. 2a

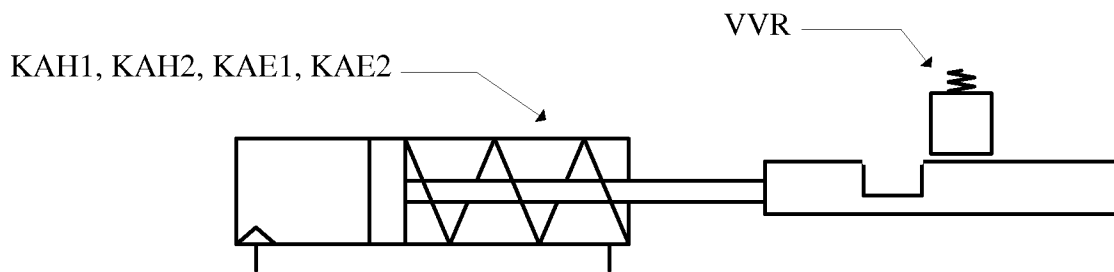


Fig. 2b

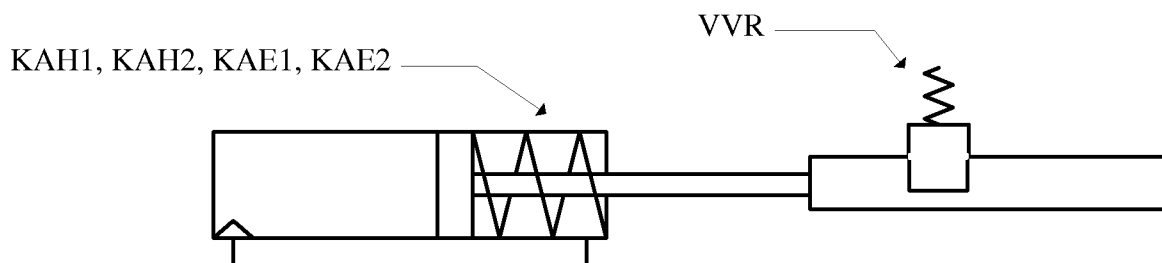


Fig. 2c