



(11) **EP 4 339 057 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.03.2024 Patentblatt 2024/12

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B61G 3/20 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23194073.5**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B61G 3/20

(22) Anmeldetag: **29.08.2023**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

Benannte Erstreckungsstaaten:
BA

Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(30) Priorität: **15.09.2022 DE 102022123655**

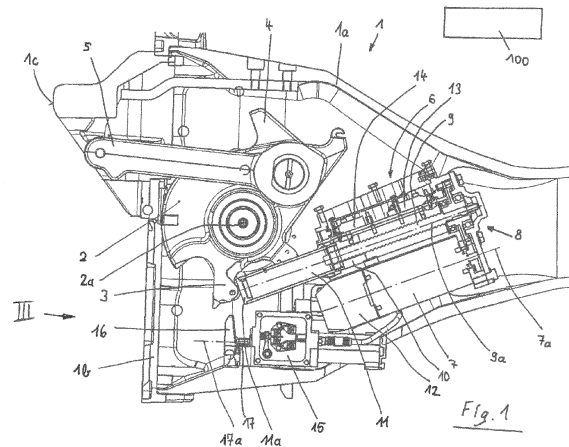
(71) Anmelder: **KNORR-BREMSE Systeme für Schienenfahrzeuge GmbH 80809 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **FUDERER, Erich 82256 Fürstenfeldbruck (DE)**
• **MATHIEU, Michael 86938 Schondorf am Ammersee (DE)**
• **LIU, Cheng 81829 München (DE)**
• **CABESTANY PONS, Josep 80802 München (DE)**
• **PEDURJAN, Leonid 38268 Lengede (DE)**

(54) **VERFAHREN ZUM ANSTEUERN EINER DIGITALEN AUTOMATISCHEN KUPPLUNG VON SCHIENENFAHRZEUGEN UND EINE SOLCHE DIGITALE AUTOMATISCHE KUPPLUNG**

(57) Ein Verfahren zum Ansteuern einer digitalen automatischen Kupplung eines Schienenfahrzeugs, wobei die digitale automatische Kupplung eine Mittelpufferkupplung (1, 1') ist und eine Hakenscheibe (2) mit einem Antriebsabschnitt (3), einen Aktuator (6) mit einem Betätigungselement (11), welches mit dem Antriebsabschnitt (3) der Hakenscheibe (2) in Zusammenwirkung steht, einen Elektromotor (7) mit einer Motorbremse (12), Endschalter (13, 14, 15) und eine Steuereinrichtung (100) aufweist, umfasst die Verfahrensschritte (VS1) Entkuppeln, indem zunächst die Motorbremse (12) gelöst wird, Einschalten des Elektromotors (7) des Aktuators (6) in einer ersten Drehrichtung und Verstellen des Betätigungselementes (11) des Aktuators (6) aus einer Ausgangsstellung in eine Endstellung, wobei die Hakenscheibe (2) in ihre Entkuppelungs- bzw. Pufferstellung verschwenkt wird; (VS2) Beibehalten der Endstellung des Aktuators (6) in der Pufferstellung durch Einfallen der Motorbremse (12) und darauf folgendes Ausschalten des Elektromotors (7) des Aktuators (6); und (VS3) Verstellen des Betätigungselementes (11) des Aktuators (6) aus der Pufferstellung in die Ausgangsstellung durch Lösen der Motorbremse (12) und darauf folgendes Einschalten des Elektromotors (7) des Aktuators (6) in eine zweite zu der ersten Drehrichtung entgegengesetzte Drehrichtung, wenn ein Schaltsignal (18b) eines externen Befehls vorliegt oder wenn ein Signal vorliegt, dass sich eine zu entkuppelnde Mittelpufferkupplung (1') als Gegenkupplung aus der Mittelpufferkupplung (1) entfernt hat. Eine solche digitale automatische Kupplung wird bereitge-

stellt.



EP 4 339 057 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ansteuern einer digitalen automatischen Kupplung von Schienenfahrzeugen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung bezieht sich auch auf eine solche digitale automatische Kupplung.

[0002] Bei der Digitalisierung und Automatisierung im Schienenverkehr spielt die Digitale Automatische Kupplung (DAK) eine bedeutende Rolle. Im Weiteren wird für den Begriff Digitale Automatische Kupplung auch die gebräuchliche Abkürzung "DAK" verwendet.

[0003] Im Bereich der automatischen Kupplungen für Schienenfahrzeuge ist beispielsweise die Scharfenbergkupplung bekannt. Sie ist eine starre Mittelpufferkupplung.

[0004] Das Prinzip der Scharfenbergkupplung wird bei der DAK sowohl bei Passagierzügen eingesetzt als auch bei der DAK für Güterzüge präferiert. Der Kupplungsvorgang läuft rein mechanisch ab, die über eine Hakenscheibe und Federpakete in jedem Kupplungskopf realisiert werden.

[0005] Für den Entkupplungsvorgang jedoch werden jedoch Aktuatoren benötigt, die der Federkraft der Federpakete entgegenarbeiten, indem sie die Hakenscheibe in die Lösestellung zurückdrücken. In Passagierzügen werden hierzu in der Regel elektropneumatische Aktuatoren verwendet. Bei Güterzügen ist die Sachlage anders, weshalb eine elektromechanische Lösung präferiert wird.

[0006] Ein elektromechanischer Aktuator funktioniert mithilfe eines Elektromotors, der elektrische Energie in mechanische umwandelt. Wird der Aktuator angesteuert, kommt es in dem Elektromotor zu einer Drehbewegung des Rotors. Diese Drehbewegung wird weiter über eine Getriebestufe auf eine Gewindespindel übertragen. Die Gewindespindel ist in ihrer axialen Richtung ortsfest eingebaut. Auf der Gewindespindel ist eine Spindelmutter aufgeschraubt, welche in einer Linearführung drehfest aber linear beweglich ist.

[0007] Die Drehbewegung der Gewindespindel wird mittels der Spindelmutter in eine Linearbewegung umgewandelt, wobei die Linearbewegung auf ein mit der Spindelmutter verbundenes Führungsrohr übertragen wird, welches auf die Hakenscheibe eine entsprechende Kraft einleitet, um diese aus einer Kupplungsstellung in eine Entkupplungsstellung zu verschwenken. Nach vollständigem Entkuppeln der beiden Züge/Wagons kann der elektromechanische Aktuator in seine Ausgangsstellung zurückgefahren werden.

[0008] Jedoch besteht hier die Problematik, dass an einem Ablaufberg und je nach Beladung die Züge/Wagons (z.B. mit Flüssigkeiten) wieder einkuppeln können, was so nicht gewollt ist. Die Kupplungen dürfen in so einem Fall nicht wieder einkuppeln. Der Aktuator darf erst dann zurückgefahren werden, wenn die Kupplungen sich tatsächlich und irreversibel voneinander entfernt haben.

[0009] Eine Lösung ist es dabei, dass bei einem elektropneumatischen Aktuator nach dem Entkuppeln eine sogenannte Pufferposition eingenommen werden kann, in welcher die Hakenscheibe weiterhin in der Position gehalten wird, bis der Entkupplungsvorgang vollständig beendet ist. Bei einem elektromechanischen Aktuator ist dies grundsätzlich ebenso denkbar, wird jedoch aufgrund u.a. der folgenden Gründe als nachteilig angesehen:

- Zur Aufrechterhaltung der benötigten Kraft durch den elektromechanischen Aktuator für längere Zeit wird kontinuierlich Strom für den Elektromotor bezogen. Bei einem ausreichend dimensionierten Elektromotor kann dieser idealerweise in einem Dauerbetrieb mit konstanter Belastung (S1-Betriebszustand) dieses Drehmoment im Stillstand kontinuierlich aufrechterhalten. Nachteilig ist hierbei jedoch, dass ein solcher Elektromotor, der das benötigte Drehmoment innerhalb des Nennbereichs aufbauen und auch halten kann, vergleichsweise kostspielig und unter Umständen hinsichtlich des Bauraums keinen Platz im Kupplungskopf finden würde.
- Ein kleinerer und eventuell kostengünstigerer Elektromotor ist eine passende Lösung für den Entkupplungsvorgang, da das benötigte Drehmoment für diesen Prozess nur kurzzeitig in Überlast aufgebaut wird. Aber das ist nicht praktikabel für das Halten des Drehmoments im Stillstand, da dieser Vorgang für einen Elektromotor generell thermisch sehr anspruchsvoll ist und es zu Überhitzungen und Defekten im und am Motor führen würde.
- Lösungen hierfür sehen eine stetige Aktivierung des Aktuators vor, sobald ein Anzeichen für eine Wiedereinkupplung festgestellt wird. Der elektromechanische Aktuator müsste daher wiederholt betätigt werden und den Entkupplungsvorgang ausführen. Dabei wird es als nachteilig angesehen, dass einerseits diese Lösung eine komplizierte Regelung bzw. Regelbarkeit sowie mehr und teurere Komponenten (z.B. Sensoren für die Erkennung des Wiedereinkuppelns) erforderlich macht. Andererseits hat dieses Verfahren unter Umständen erhebliche Folgen für die Langlebigkeit der mechanischen, elektromechanischen und elektrischen Bauteile, wodurch erheblicher Wartungsaufwand sowie -kosten verursacht und die Total Cost of Ownership (TCO) des Produktes negativ beeinflusst werden.

[0010] Insbesondere im Bereich Güterverkehr besteht noch Nachholbedarf, da die heutzutage noch üblichen Schraubkupplungen zwischen den Güterwagons sowohl Personal als auch viel Zeit und ebenso viel Aufwand beanspruchen.

[0011] Dementsprechend besteht die Aufgabe der Erfindung darin, ein geeignetes Verfahren zum Ansteuern digitaler automatischer Kupplungen von Schienenfahrzeugen bereitzustellen, wobei die oben genannten Nach-

teile behoben oder zumindest in bedeutender Weise reduziert werden und eine praktikable, zuverlässige und auch kostengünstige Lösung bieten.

[0012] Eine weitere Aufgabe ist es, eine Anordnung mit einer digitalen automatischen Kupplung eines Schienenfahrzeugs zu schaffen.

[0013] Die Aufgabe wird durch das Verfahren nach Anspruch 1 gelöst.

[0014] Die weitere Aufgabe wird durch den Gegenstand des Anspruchs 9 gelöst

[0015] Ein Erfindungsgedanke ist es, ein neuartiges Ansteuerungskonzept für den Entkupplungsvorgang mittels eines elektromechanischen Aktuators zu schaffen, welches in der DAK seine Anwendung finden wird. Es wird ein in der Regelung vorteilhaft einfaches Konzept mit am Markt erhältlichen Standardkomponenten bereitgestellt.

[0016] Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Ansteuern einer digitalen automatischen Kupplung eines Schienenfahrzeugs, wobei die digitale automatische Kupplung eine Mittelpufferkupplung ist und eine Hakenscheibe mit einem Antriebsabschnitt, einen Aktuator mit einem Betätigungselement, welches mit dem Antriebsabschnitt der Hakenscheibe in Zusammenarbeit steht, einen Elektromotor mit einer Motorbremse, Endschalter und eine Steuereinrichtung aufweist, umfasst die Verfahrensschritte (VS1) Entkuppeln, indem zunächst die Motorbremse gelöst wird, Einschalten des Elektromotors des Aktuators in einer ersten Drehrichtung und Verstellen des Betätigungselementes des Aktuators aus einer Ausgangsstellung in eine Endstellung, wobei die Hakenscheibe in ihre Entkupplungs- bzw. Pufferstellung verschwenkt wird; (VS2) Beibehalten der Endstellung des Aktuators in der Pufferstellung durch Einfallen der Motorbremse und darauf folgendes Ausschalten des Elektromotors des Aktuators; und (VS3) Verstellen des Betätigungselementes des Aktuators aus der Pufferstellung in die Ausgangsstellung durch Lösen der Motorbremse und darauf folgendes Einschalten des Elektromotors des Aktuators in eine zweite zu der ersten Drehrichtung entgegengesetzte Drehrichtung, wenn ein Schaltsignal eines externen Befehls vorliegt oder wenn ein Signal vorliegt, dass sich eine zu entkuppelnde Mittelpufferkupplung als Gegenkupplung aus der Mittelpufferkupplung entfernt hat.

[0017] Der Begriff "Einfallen" der Motorbremse ist wie folgt zu verstehen.

[0018] Bei einer "normally-closed"-Motorbremse wird das Haltemoment durch die Motorbremse nach Wegfall der Stromversorgung aufgebaut. In diesem Fall wird die Motorbremse "abgeschaltet", also von der Stromversorgung getrennt.

[0019] Bei einer "normally-open"-Motorbremse wird die Motorbremse mit Strom versorgt, um das Haltemoment aufzubauen. In diesem Fall wird die Motorbremse an die Stromversorgung angeschlossen, also eingeschaltet.

[0020] Ein besonderer Vorteil besteht in der Lösung

der Problematik, dass an einem Ablaufberg und je nach Beladung die Züge/Wagons (z.B. mit Flüssigkeiten) wieder einkuppeln können, was so nicht gewollt ist. Die Kupplungen dürfen in so einem Fall nicht wieder zusammenkommen. Der Aktuator darf erst dann zurückgefahren werden, wenn die Kupplungen sich tatsächlich und irreversibel voneinander entfernt haben. Diese Lösung wird durch das erfindungsgemäße Verfahren vorteilhaft einfach erreicht.

[0021] Die Erfindung schafft hierfür ein geeignetes Konzept mit den Vorteilen einer praktikablen, zuverlässigen und auch kostengünstigen Lösung.

[0022] Dazu wird eine Motorbremse zusätzlich zum Motor im System eingesetzt. Die Motorbremse wird in dem System grundsätzlich als Haltebremse ausgeführt und auch eingesetzt. Mittels einer solchen Haltebremse kann der Antrieb in seiner Position für sehr lange Zeit halten, auch im ausgefahrenen Zustand, bei dem ein Drehmoment an der Antriebswelle anliegt. Durch Zuhilfenahme der Motorbremse kann der Motor somit in solchen Situationen entlastet werden, was sowohl energetische, thermische als auch kostentechnische Vorteile bietet.

[0023] Ein weiterer wichtiger vorteilhafter Aspekt des vorliegenden Ansteuerungskonzeptes ist die Pufferposition, die mithilfe der Motorbremse nun auch mit einem elektromechanischen Aktuator realisiert werden kann. Im vollausgefahrenen Zustand des Betätigungselementes des Aktuators übernimmt die Motorbremse und hält die Pufferposition, sodass ein ungewolltes Wiedereinkuppeln nicht möglich ist.

[0024] Eine erfindungsgemäße digitale automatische Kupplung eines Schienenfahrzeugs, wobei die digitale automatische Kupplung eine Mittelpufferkupplung mit einem Gehäuse ist und eine Hakenscheibe mit einem Antriebsabschnitt, einen Aktuator mit einem Betätigungselement, welches mit dem Antriebsabschnitt der Hakenscheibe in Zusammenarbeit steht, einen Elektromotor mit einer Motorbremse, Endschalter und eine Steuereinrichtung umfasst, zeichnet sich dadurch aus, dass der Aktuator einen Kugelgewindetrieb mit einer Gewindespindel und einer Spindelmutter, die mit dem Betätigungselement fest verbunden ist und verdrehfest in dem Aktuator längsverschiebbar geführt ist, und ein Getriebe aufweist, durch welches der Elektromotor und die Gewindespindel gekoppelt sind.

[0025] Mit dieser erfindungsgemäßen digitalen automatischen Kupplung sind Kostenvorteile für Hersteller und Betreiber ermöglicht, da ein möglichst kostengünstiger Motor, eine einfache Getriebestufe, ein Kugelgewindetrieb als Standardbauteil sowie diverse handelsübliche Endschalter Anwendung finden. Das Getriebe mit mindestens einer Getriebestufe dient dabei als mechanische Übersetzungsstufe, um ein höheres Drehmoment an der Abtriebswelle, d.h. an der Gewindespindel, zu erreichen und zugleich die Drehzahl herunterzusetzen. Der Kugelgewindetrieb wandelt auf einfache Weise eine rotatorische Bewegung in eine translatorische bzw. lineare

Bewegung um. Die Endschalter werden zur Erkennung der Anfangs- und Endposition des Aktuators eingesetzt, denn Zwischenpositionen müssen in dieser Anwendung nicht angefahren werden. Sensoren bzw. Geber zur Drehwinkelerfassung oder ähnliches sind kostspieliger, komplexer und benötigen zudem mehr Bauraum, und sind hier nicht erforderlich.

[0026] Vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung sind Gegenstände der Unteransprüche.

[0027] In einer Ausführung des Verfahrens erfolgt das Einschalten des Elektromotors nach einer vorher festgelegten Zeitverzögerung. Damit wird vorteilhaft einfach sichergestellt, dass die Motorbremse zuvor vollständig gelöst ist und der Elektromotor daher nicht gegen eine noch blockierende Motorbremse anarbeiten muss und hohe Energie dabei verbraucht bzw. unnötig erhitzt wird.

[0028] Eine weitere Ausführung des Verfahrens sieht vor, dass das Ausschalten des Elektromotors nach einer vorher festgelegten Zeitverzögerung erfolgt. Dies ist vorteilhaft, da auf diese Weise die Drehung des Rotors des Elektromotors durch die Motorbremse schon blockiert ist, wenn ein Ausschalten erfolgt, und somit ein Verdrehen des Rotors unter Last verhindert wird.

[0029] In einer noch weiteren Ausführung des Verfahrens sind die Ausgangsstellung und die Endstellung des Aktuators durch Endschalter festgelegt, wobei die Endschalter durch das Betätigungselement des Aktuators oder durch ein mit dem Betätigungselement des Aktuators fest verbundenes Element betätigt werden. Endschalter sind vorteilhaft kostengünstige Bauteile hoher Qualität und am Markt erhältlich. Ihre Betätigung ist vorteilhaft einfach durch mechanische Teile bzw. Vorsprünge an schon vorhandenen Bauteilen möglich, so z.B. durch die Spindelmutter. Ein weiterer Vorteil dabei ist ein kompakter Aufbau sowie eine einfache elektrische Signalerzeugung mittels einfacher Schaltkontakte, um binäre Signale "EIN" und "AUS" zu erhalten.

[0030] Es ist zudem in einer anderen Ausführung des Verfahrens vorteilhaft, wenn der Elektromotor in einem unbestromten Zustand in der Ausgangsstellung oder/und in der Endstellung des Aktuators mittels einer Motoransteuerung in eine Kurzschlussstellung geschaltet wird, wobei der Elektromotor eine elektrodynamische Bremse bildet. Auf diese vorteilhaft einfache Weise wird erreicht, dass eine Verdrehung des Rotors des Elektromotors unter Last im unbestromten Zustand des Elektromotors oder bei Verlust der Versorgungsspannung verhindert wird.

[0031] Eine Ausführung des Verfahrens sieht vor, dass der Motorstrom des Elektromotors überwacht und ausgewertet wird, insbesondere mittels mindestens eines Stromsensors und einer Auswertung. Damit ist eine vorteilhaft einfache Erkennung von Belastungen des Elektromotors ermöglicht, die z.B. bei schon eingerasteter Hakenscheibe, bei evtl. Bedienungsfehlern u.a., Schäden an dem Elektromotor hervorrufen können, wobei aber im Erkennungsfall die dem Elektromotor zugeführte Energie gedrosselt bzw. ausgeschaltet werden kann, um

Schäden zu verhindern.

[0032] In einer anderen Ausführung des Verfahrens wird eine Versorgungsspannung für den Elektromotor des Aktuators über eine einstellbare Spannungsquelle oder/und mittels Pulsweitenmodulation bereitgestellt. Auf diese Weise kann vorteilhaft einfach eine Anpassung von Drehzahl und Drehmoment des Elektromotors an den jeweiligen Betriebszustand ermöglicht werden.

[0033] Eine noch andere Ausführung des Verfahrens sieht vor, dass im Verfahrensschritt VS3 Verstellen das Signal, dass sich eine zu entkuppelnde Mittelpufferkupplung als Gegenkupplung aus der Mittelpufferkupplung entfernt hat, mittels eines weiteren Endschalters erzeugt wird, der mit der zu entkuppelnden Mittelpufferkupplung als Gegenkupplung zusammenwirkt. Das Entfernen der Gegenkupplung wird so vorteilhaft durch einen Endschalter erfasst, der ein vorteilhaft kostengünstiges Bauteil hoher Qualität ist und auf einfache Weise durch ein Bauteil oder einen Kontaktabschnitt der Gegenkupplung betätigt wird.

[0034] Eine Ausführung der erfindungsgemäßen digitalen automatischen Kupplung sieht vor, dass ein erster Endschalter der Endschalter einer Ausgangsstellung des Aktuators zugeordnet ist, und dass ein zweiter Endschalter der Endschalter einer Endstellung bzw. Pufferstellung des Aktuators zugeordnet ist, wobei der erste Endschalter und der zweite Endschalter an dem Kugelgewindetrieb angeordnet sind, und wobei die Spindelmutter oder ein an ihr befestigtes Teil einen Betätiger des ersten und des zweiten der Endschalter bildet. Ein solcher Aufbau ist vorteilhaft kompakt.

[0035] In einer weiteren Ausführung der Kupplung ist ein dritter Endschalter der Endschalter in dem Gehäuse angeordnet ist und wirkt mit einem Kontaktabschnitt einer zu entkuppelnden Mittelpufferkupplung als Gegenkupplung zusammen.

[0036] Für eine einfache Kontaktierung der Gegenkupplung weist der dritte Endschalter eine Stößelplatte und einen Stößel auf. Mithilfe dieser Erfassung mittels Stößels und eines Zeitgliedes (z.B. für 20-30 Sekunden) verbleibt der Aktuator auch nach dem Entfernen der Gegenkupplung noch in der Pufferposition, um ein unbeabsichtigtes Wiedereinkuppeln zu verhindern, was z.B. durch umherschwappende Flüssigkeiten in den Güterwagens verursacht werden. Erst nach Ablauf dieses Zeitgliedes kann der Aktuator wieder in seine Ausgangsposition zurückgefahren werden, da die Hakenscheibe mechanisch verriegelt ist und ein erneutes Zurückdrehen ohne äußere Kraftereinwirkung in der Regel nicht mehr passieren sollte.

[0037] In einer noch weiteren Ausführung der Kupplung bildet mindestens ein Stromsensor mit einer Auswertung eine Überwachung des Motorstroms des Elektromotors. Natürlich sind auch weitere Stromsensoren, auch unterschiedlicher Bauart als zusätzliche oder/und redundante Bauteile möglich.

[0038] Eine Ausführung der Kupplung sieht vor, dass die Steuereinrichtung Versorgungsspannungsquellen

mit zugehöriger Stellelektronik und Stabilisierungsschaltungen sowie PWM-Schaltungseinheit(en), Schaltelemente, mindestens einen Umpoler, die Zeitverzögerungen, Logikelemente, mindestens eine Bremsschaltung des Elektromotors, eine Kurzschlusschaltung des Elektromotors sowie Auswertungsschaltungen und Vergleicher für den mindestens einen Stromsensor aufweist. Ein Vorteil dabei besteht darin, dass die Funktionseinheiten nur einen geringen Bauraum benötigen und an einem gemeinsamen Ort angeordnet sind. Es können sowohl diskrete Bauteile, integrierte Bausteine und hochintegrierte Bauteile (programmierbare Logikgatter u.dgl.) als auch Prozessorschaltungen zur Anwendung kommen. Alle elektronischen Bauteile entsprechen den geltenden Vorschriften (EMV, Eisenbahnnormen u.v.a.).

[0039] Mithilfe einer Prozessautomatisierung mit digitalen automatischen Kupplungen DAK kann ein Güterzug sehr viel effizienter, flexibler und kostengünstiger zusammengestellt werden, was für den Betreiber und auch für den Endkunden nur Vorteile bedeuten. Zudem werden durch die zugweiten digitalen Schnittstellen neue Funktionalitäten in Hinblick auf Diagnose, Wartung und Instandhaltung ermöglicht (Stichwort: Condition-Based und Predictive Maintenance).

[0040] Die Erfindung schafft zudem folgende Vorteile:

- Einfacher und kostengünstiger Aufbau mit Standardkomponenten
- Relativ einfacher und gut verständlicher Ansteuerungsalgorithmus mit möglichst wenige Kernkomponenten
- Aufbau der Ansteuerungselektronik nur mit diskreten Elektronikbauteilen und ohne softwarebasierte Lösungen (Mikrocontroller, FPGA etc.) möglich
- Ermöglicht Pufferstellung bzw. Pufferposition mit einem elektromechanischen Aktuator
- Durch binäre Steuerungssignale: sowohl mit DAC 4.5 (mit externer lokaler Steuerungsbox über entsprechende Tasten) als auch mit DAC 5 (volldigital mit zentraler Fahrzeugsteuerung) kompatibel
- Schutz vor Beschädigungen am Antrieb des Aktuators und an der Mechanik durch Einsatz mindestens eines Stromsensors
- Ausnutzung des Kurzschlussverhaltens des Elektromotors des Aktuators zur elektrodynamischen Abbremsung im Fehlerfällen oder bei Verlust der Versorgungsspannung

[0041] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen beschrieben. Die Erfindung ist nicht auf dieses Ausführungsbeispiel beschränkt. Insbesondere sind einzelne Merkmale des nachfolgenden Ausführungsbeispiels nicht nur bei diesem, sondern auch bei anderen Ausführungsbeispielen einsetzbar. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Draufsicht und Teilschnittansicht eines inneren Aufbaus eines

Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Mittelpufferkupplung in einer gelösten Stellung;

5 Figur 2 zwei erfindungsgemäße Mittelpufferkupplungen nach Figur 1 jeweils in gelöster Stellung;

10 Figur 3 eine vergrößerte schematische Ansicht des Bereiches III in Figur 1;

15 Figur 4-8 schematische Ablaufdiagramme in Blockdarstellung von erfindungsgemäßen Verfahren zum Ansteuern der erfindungsgemäßen Mittelpufferkupplung nach Figur 1; und

Figur 9 ein schematisches Flussdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

20 **[0042]** In **Figur 1** ist eine schematische Draufsicht und Teilschnittansicht eines inneren Aufbaus eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Mittelpufferkupplung 1 in einer gelösten Stellung dargestellt.

25 **[0043]** **Figur 2** zeigt zwei erfindungsgemäße Mittelpufferkupplungen 1, 1' nach Figur 1 jeweils in gelöster Stellung, wobei die beiden Mittelpufferkupplungen 1, 1' entweder gerade von einander gelöst sind oder vor einem Einkuppelungsvorgang stehen.

30 **[0044]** Es wird der grundsätzliche Aufbau der Mittelpufferkupplung 1 veranschaulicht sowie die wesentlichen Komponenten des Aktuatorsystems benannt.

35 **[0045]** Die Mittelpufferkupplung 1 umfasst ein Gehäuse 1a, eine Hakenscheibe 2 mit einem Antriebsabschnitt 3, einem Abtriebsabschnitt 4 und einer Schwenkachse 2a, eine Öse 5, einen Aktuator 6 mit einem Betätigungselement 11, wobei das Betätigungselement 11 ein Druckrohr ist und (hier über einen Druckkopf 11a) mit dem Antriebsabschnitt 3 der Hakenscheibe 2 in Zusammenwirkung steht, einen Elektromotor 7 und Endschalter 13, 14, 15.

40 **[0046]** In diesem Ausführungsbeispiel wird für den Elektromotor 7 ein Gleichstrommotor bzw. DC-Motor als Hauptantrieb zur Entkupplung bzw. zum Lösen der Mittelpufferkupplung 1 verwendet, da dieser vergleichsweise kostengünstig und auf einfache Art und Weise angesteuert und umgesteuert werden kann (beispielsweise durch Relais oder/und Leistungshalbleiter).

45 **[0047]** Der Elektromotor 7 ist mit einer Motorbremse 12 und einem Getriebe 8 gekoppelt.

50 **[0048]** Die Motorbremse 12 ermöglicht es dem Elektromotor 7, eine Position zu halten, wie beispielsweise in einer Pufferstellung. Die Pufferstellung ist in Figur 1 gezeigt, wobei die Mittelpufferkupplung 1 gelöst ist, d.h. sich in einer Lösestellung befindet.

55 **[0049]** Der Aktuator 6 weist das Getriebe 8 (hier als Stirnradgetriebe mit Übersetzung von ca. 1:2 mit einer Getriebestufe) sowie einen Kugelgewindetrieb für eine Linearbewegung des Betätigungselementes 11 auf. Das

Betätigungselement 11 wird hier auch als Druckrohr bezeichnet.

[0050] Der Kugelgewindetrieb mit einer Mittelachse 6 umfasst eine Gewindespindel 9 und eine Spindelmutter 10, die mit dem Betätigungselement 11 fest verbunden ist und verdrehfest in dem Aktuator 6 in nicht näher beschriebener Weise längsverschiebbar geführt ist.

[0051] Der Elektromotor 7 und die Motorbremse 12 weisen eine gemeinsame Motorachse 7a auf, welche hier parallel zu der Mittelachse 6 des Kugelgewindetriebs verläuft.

[0052] In dem Aktuator 6 sind zudem ein erster und ein zweiter mechanisch betätigbarer Endschalter 13 und 14 für Anfangs- und Endposition des Betätigungselementes 11 angeordnet. Diese beiden Endschalter 13 und 14 werden hier durch die Spindelmutter 10 betätigt.

[0053] Ein dritter Endschalter 15 ist in dem Gehäuse 1a am Ende einer Öffnung 1b für den Gegenkupplungskopf einer dieser Mittelpufferkupplung 1 zu kuppelnden weiteren Mittelpufferkupplung 1' (siehe Figur 2) angeordnet.

[0054] Eine Ansicht dieses Bereiches III in Figur 1 mit Blick auf den dritten Endschalter 15 ist in **Figur 3** vergrößert dargestellt.

[0055] Der dritte Endschalter 15 weist einen Stößel 17 mit einer Stößelachse 17a auf. An dem freien Ende des Stößels 17 ist eine Stößelplatte 16 angebracht, welche im eingekuppelten Zustand der Mittelpufferkupplungen 1, 1' (Figur 2) mit einer Kontaktfläche 1c der anderen Mittelpufferkupplung 1' zusammenwirkt. Auf diese Weise wird ermittelt, ob die Mittelpufferkupplungen 1, 1' zusammengekuppelt sind oder nach dem Lösevorgang voneinander gelöst sind.

[0056] Die Mittelpufferkupplung 1, 1' ist mit einer Steuereinrichtung 100 verbunden, welche mittels elektrischer Leitungen mit dem Aktuator 6 verbunden ist, und die Steuerung des Aktuators 6 durchführt. Die Steuereinrichtung 100 ist zudem mit den Endschaltern 13, 14, 15 über elektrische Anschlussleitungen verbunden und berücksichtigt die Signale der Endschalter 13, 14, 15 zur Steuerung des Aktuators 6. Dies wird unten noch näher beschrieben.

[0057] Außerdem umfasst die Steuereinrichtung 100 die elektrische Spannungsversorgung für den Aktuator 6 und die Endschalter 13, 14, 15 zur Verfügung.

[0058] Die **Figuren 4-9** zeigen schematische Ablaufdiagramme in Blockdarstellung von erfindungsgemäßen Verfahren zum Ansteuern der erfindungsgemäßen Mittelpufferkupplung 1 nach Figur 1.

[0059] Anhand von **Figur 4-5** werden die Abläufe des beschriebenen Aktuators 6 zum Entkuppeln der Mittelpufferkupplung 1 sowie zum Zurückfahren des Aktuators 6 in die Ausgangslage beschrieben.

[0060] Dabei zeigen die durchgezogenen Linien zwischen den Blöcken den elektrischen Leistungsfluss, die gestrichelten Linien die logischen Verknüpfungen und die doppelten Linien die mechanischen Verbindungen auf. Genauso werden die Komponenten in den Blöcken

mit doppelten Linien als mechanische Bauteile verstanden, während die Blöcke mit durchgezogenen Linien die elektrischen bzw. elektronischen Komponenten und Bausteine (z.B. Logikgatter) darstellen.

[0061] Zunächst wird ein Entkupplungs- bzw. Lösevorgang in **Figur 4** beschrieben.

[0062] Mithilfe eines Einschaltsignals 18 kann die Energieversorgung für die gesamte Aktuatereinheit an- und auch abgeschaltet werden (z.B. über einen Notausschalter). Über ein weiteres Schaltersignal 18a kann der Entkupplungsvorgang gestartet werden. Dabei wird zunächst die Motorbremse 12 gelöst, indem der entsprechende Pfad über einen elektrisch angesteuerten Schalter 20b (z.B. Leistungshalbleiter/MOSFET) und ein binäres Signal (z.B. +5 VDC) von Logikelementen 22 (UND) und 22a (NICHT) aktiviert wird. Hierbei wird eine elektrische Schaltung zur Ansteuerung der Motorbremse 12 (hier beispielsweise als normally-closed - N/C - ausgelegt) versorgt, die anschließend den Elektromagneten in der Motorbremse 12 bestromt, damit die Reibscheiben der Motorbremse 12 auseinandergezogen werden und somit die Antriebswelle des Elektromotors 7 freigegeben wird. Bei einer Motorbremse 12 in der normally-open - N/O - Ausführung ist die Grundidee identisch, nur erfolgt die Ansteuerung invers, weshalb auch einige Komponenten 20b, 22, 22a invers ausgeführt werden (z.B. beim Leistungshalbleiter MOSFET und bei der Logikverknüpfung 22, 22a).

[0063] Nachdem die Motorbremse geöffnet hat (d.h. gelöst ist), wird der Elektromotor 7 in einer ersten Drehrichtung eingeschaltet, und das Betätigungselement 11 wird ausgefahren, wodurch die Hakenscheibe 2 in ihre Löse- bzw. Entkupplungsstellung verschwenkt wird.

[0064] Das Einschalten des Elektromotors 7 erfolgt nach einer Zeitverzögerung 21 von ca. 30 ms, um sicherzustellen, dass die Motorbremse 12 tatsächlich schon geöffnet ist. Auch hier wird der elektrische Leistungsfluss über einen oder mehrere Schaltelemente 20a, 20b ermöglicht, sodass sich der Elektromotor 7 unmittelbar drehen kann.

[0065] Beim Entkupplungsvorgang wird die maximale Drehzahl des Elektromotors 7 gefordert, weshalb die maximale Versorgungsspannung 19a am Elektromotor 7 anliegt (entweder über eine einstellbare Spannungsquelle oder über PWM).

[0066] Die Drehbewegung des Elektromotors 7 endet, sobald die Spindelmutter 10 den zweiten Endschalter 14 aktiviert. Dann wird zunächst die Motorbremse 12 wieder eingelegt und mit einiger Zeitverzögerung 21 der Elektromotor 7 ausgeschaltet. Hierbei verbleibt das Antriebssystem, also der Aktuator 6 in der Lösestellung, die als Pufferposition bzw. Pufferstellung bezeichnet wird.

[0067] Diese Pufferposition oder Pufferstellung wird so lange nicht verlassen, bis zwei mögliche Bedingungen eingetreten sind, was in **Figur 5** dargestellt ist.

[0068] Zum einen kann über einen externen Befehl (hier: Schaltersignal 18b) der Entkupplungsvorgang vorzeitig durch einen Bediener oder von dem System been-

det werden.

[0069] Zum anderen kann dieser Vorgang auch automatisch angestoßen werden, indem ein Signal von dem dritten Endschalter 15 diesen Vorgang auslöst, wenn die Gegenkupplung (Mittelpufferkupplung 1', siehe Figur 2) sich entfernt hat. Wie schon erwähnt, wird dann z.B. 20 Sekunden (Zeitverzögerung 21) gewartet, bis die Motorbremse 12 wieder geöffnet wird, und dann wird der Elektromotor 7 mit 30 ms Zeitverzögerung 21 in Gegendrehrichtung zu der ersten Drehrichtung (Umpoler 20c) eingeschaltet und fährt zurück.

[0070] Der Aktuator 6 wird somit wieder in die Ausgangsstellung eingefahren, bis der erste Endschalter 13 aktiviert wird, der die Ausgangsstellung detektiert. Die Motorbremse 12 wird dann wieder eingelegt, und der Elektromotor 7 wird abgeschaltet.

[0071] Im unbestromten Zustand des Elektromotors 7 befindet sich die Motoransteuerung in einer Kurzschlussstellung (siehe Kurzschlusschaltung 23a in **Figur 6**), sodass bei äußerer Kraftereinwirkung auf die Gewindespindel 9 und folglich auf die Aktuatormechanik keine größeren Schäden verursacht werden können, da hierbei der Elektromotor 7 als elektrodynamische Bremse funktioniert und auf diese Weise dem durch die Kraftereinwirkung entstandenen Drehmoment aufgrund der Induktion des Elektromotors 7 entgegenwirkt.

[0072] Dieses Prinzip wird an anderen Stellen ebenfalls eingesetzt. In **Figur 5** wird dies durch den Block Verzögerung 21a (Kurzschluss, Winkelstellung der Hakenscheibe von 70° bis 62°) angedeutet, was besagt, dass beim Öffnen der Motorbremse 12 für das Zurückfahren des Aktuators 6 von der Pufferposition (70° Winkelstellung der Hakenscheibe 2) bis zur Verriegelung der Hakenscheibe 2 bzw. zum Einrasten einer Klinke (62° Winkelstellung der Hakenscheibe 2) kurzzeitig eine sehr hohe Kraft an der Gewindespindel 9 anliegt, die den Aktuator 6 zurückdrückt. Diese Kraft muss ebenfalls abgefangen werden. Dies ist mittels des Elektromotors 7 in der Kurzschlussstellung möglich. Dadurch entsteht eine kurze zeitliche Verzögerung, die eingestellt werden kann, bis der Elektromotor 7 für eine kontrollierte Rückfahrt in die Ausgangsstellung eingeschaltet wird.

[0073] Eine weitere wichtige Komponente für die Ansteuerung des Aktuators 6 ist die Überwachung des Motorstroms des Elektromotors 7 des Aktuators 6.

[0074] In dem in **Figur 7** gezeigten Beispiel ist hierzu ein Stromsensor 24 in den Zuleitungen zum Elektromotor 7 eingefügt. Es sind auch andere Messanordnungen zur Messung des Motorstroms möglich.

[0075] Um beispielsweise Überstrom des Elektromotors 7 über eine längere Zeitdauer zu erkennen (v.a. den Entmagnetisierungsstrom des Elektromotors 7 als oberen Grenzwert), damit das System entsprechend schnell reagieren kann (z.B. Stromzufuhr ausschalten), wird eine Stromüberwachung verwendet, welche den vom Stromsensor 24 erfassten Motorstrom einem entsprechenden Motormoment zuordnet (Block 24a). Dieses aktuelle Motormoment wird dann in einem weiteren Block 24b über-

prüft, ob und wie schnell es ansteigt. Dazu werden die Umdrehungen des Elektromotors 7 und oder die Zeit in Millisekunden bis zum Erreichen eines Vergleichsmomentes ermittelt. Das Vergleichsmoment kann beispielsweise ein vorher festgelegter gespeicherter Tabellenwert zum Vergleich mit dem aktuellen Motormoment sein.

[0076] Zudem hat der Stromsensor 24 noch einige sicherheitstechnische Aufgaben. Eine mögliche Anwendung ist zum einen die Erkennung des bereits entkuppelten Zustands und zum anderen die Verhinderung von weiteren Beschädigungen des Aktuators 6.

[0077] In **Figur 7** ist der normale Ablauf des Entkuppelungsvorgangs dargestellt.

[0078] Der Elektromotor 7 wird zunächst mit maximaler Drehzahl betrieben. Nach einer Zeitspanne wird ein Drehmoment durch die Ausübung von Kraft auf die Hakenscheibe 2 aufgebaut, sodass auch der Strom für den Elektromotor 7 entsprechend ansteigt.

[0079] Falls jedoch die Hakenscheibe 2 bereits eingearastet bzw. verankert ist, d.h. keine Entkupplung nötig ist, jedoch fälschlicherweise dennoch ein Entkuppelungsvorgang gestartet wird (z.B. durch den Bediener/Personal), würde der Aktuator 6 bei maximaler Drehzahl des Elektromotors 7 gegen die Hakenscheibe 2 stoßen, was hohe Kräfte und somit Schäden an der Mechanik (insb. der Gewindespindel 9) bedeuten.

[0080] Um einer solchen Fehlbedienung möglichst entgegenzuwirken und weitreichende Schäden zu vermeiden, wird der Stromsensor 24 mit den Überwachungsblöcken 24a, 24b dazu eingesetzt, den normalen Vorgang zu überwachen (ansteigender Stromverlauf nach einer Zeitdauer).

[0081] Je nach Ergebnis des Vergleichs wird z.B. über ein Logikelement 22c die Versorgungsspannung bzw. die PWM (Pulsweitenmodulation) des Elektromotors 7 derart beeinflusst, dass der Elektromotor 7 mit der maximalen Versorgungsspannung bzw. 100% der PWM oder mit z.B. nur 10% der maximalen Versorgungsspannung bzw. 10% der PWM betrieben wird.

[0082] Im letzteren Fall wird die Drehzahl des Elektromotors so weit heruntergefahren, dass bei Kontakt mit der verankerten Hakenscheibe 2 keine Schäden am Aktuator 6 auftreten können.

[0083] Die Steuereinrichtung 100 umfasst in diesem Beispiel die Versorgungsspannungen 19, 19a, 19b, 19c, 19d mit zugehöriger Stellelektronik und Stabilisierungsschaltungen sowie die PWM-Schaltungseinheit(en), die Schaltelemente 20a, 20b, den Umpoler 20c, die Zeitverzögerungen 21, 21a (diskret oder softwaremäßig), die Logikelemente 22, 22a, 22b, 22c, 22d (diskret oder softwaremäßig), die Bremsschaltung 23, die Kurzschlusschaltung 23a sowie die Auswertungsschaltungen 24a, 24b und Vergleicher für den Stromsensor 24. **Figur 9** stellt ein schematisches Flussdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Ansteuern einer digitalen automatischen Kupplung (DAK) von Schienenfahrzeugen dar.

[0084] In einem ersten Verfahrensschritt VS1 erfolgt

ein Entkuppeln, indem zunächst die Motorbremse 12 gelöst wird. Danach folgt ein Einschalten des Elektromotors 7 des Aktuators 6 in einer ersten Drehrichtung und Verstellen des Betätigungselementes 11 des Aktuators 6 aus einer Ausgangsstellung in eine Endstellung, wobei die Hakenscheibe 2 in ihre Entkupplungs- bzw. Pufferstellung verschwenkt wird;

[0085] In einem zweiten Verfahrensschritt VS2 wird die Endstellung des Aktuators in der Pufferstellung durch Einfallen der Motorbremse beibehalten. Darauf folgt ein Ausschalten des Elektromotors des Aktuators.

[0086] Der Begriff "Einfallen" der Motorbremse ist wie folgt zu verstehen.

[0087] Bei einer "normally-closed"-Motorbremse wird das Haltemoment durch die Motorbremse nach Wegfall der Stromversorgung aufgebaut. In diesem Fall wird die Motorbremse "abgeschaltet", also von der Stromversorgung getrennt.

[0088] Bei einer "normally-open"-Motorbremse wird die Motorbremse mit Strom versorgt, um das Haltemoment aufzubauen. In diesem Fall wird die Motorbremse an die Stromversorgung angeschlossen, also eingeschaltet.

[0089] In einem dritten Verfahrensschritt VS3 erfolgt ein Verstellen des Betätigungselementes des Aktuators aus der Pufferstellung in die Ausgangsstellung durch Lösen der Motorbremse und darauf folgendes Einschalten des Elektromotors des Aktuators in eine zweite zu der ersten Drehrichtung entgegengesetzte Drehrichtung, wenn ein Schaltsignal eines externen Befehls vorliegt oder wenn ein Signal vorliegt, dass sich eine zu entkuppelnde Mittelpufferkupplung als Gegenkupplung aus der Mittelpufferkupplung entfernt hat.

[0090] Es ergeben sich somit folgende Vorteile:

- Einfacher und kostengünstiger Aufbau mit Standardkomponenten
- Relativ einfacher und gut verständlicher Ansteuerungsalgorithmus mit möglichst wenige Kernkomponenten
- Aufbau der Ansteuerungselektronik nur mit diskreten Elektronikbauteilen und ohne softwarebasierte Lösungen (Mikrocontroller, FPGA etc.) möglich
- Ermöglicht Pufferstellung bzw. Pufferposition mit einem elektromechanischen Aktuator 6
- Durch binäre Steuerungssignale: sowohl mit DAC 4.5 (mit externer lokaler Steuerungsbox über entsprechende Tasten) als auch mit DAC 5 (volldigital mit zentraler Fahrzeugsteuerung) kompatibel
- Schutz vor Beschädigungen am Antrieb des Aktuators 6 und an der Mechanik durch Einsatz eines Stromsensors 24
- Ausnutzung des Kurzschlussverhaltens des Elektromotors des Aktuators 6 zur elektrodynamischen Abbremsung im Fehlerfällen oder bei Verlust der Versorgungsspannung

[0091] Die Erfindung ist durch das oben angegebene

Ausführungsbeispiel nicht eingeschränkt, sondern im Rahmen der Ansprüche modifizierbar.

[0092] Es ist z.B. denkbar, dass anstelle eines Umpolens des Elektromotors 7 zur Änderung der Bewegungsrichtung des Betätigungselementes 11 ein umschaltbares Getriebe 8 verwendet werden kann, welches eine elektromechanische Umschaltung aufweist. Auch ein Doppelkupplungsgetriebe mit elektrischer Steuerung ist denkbar.

[0093] Anstelle eines Stromsensors 24 können auch zwei oder mehrere Anwendung finden, wobei die Ausführungen der Stromsensoren 24 im Fall von zwei und mehr unterschiedlich sein können.

15 Bezugszeichenliste

[0094]

1, 1'	Mittelpufferkupplung
20 1a	Gehäuse
1b	Öffnung
1c	Kontaktabschnitt
2	Hakenscheibe
2a	Schwenkachse
25 3	Antriebsabschnitt
4	Abtriebsabschnitt
5	Öse
6	Aktuator
6a	Mittelachse
30 7	Elektromotor
7a	Motorachse
8	Getriebe
9	Gewindespindel
10	Spindelmutter
35 11	Betätigungselement
11a	Druckkopf
12	Motorbremse
13, 14, 15	Endschalter
16	Stößelplatte
40 17	Stößel
17a	Stößelachse
18, 18a	Schaltsignal
19, 19a, 19b	Versorgungsspannung
19c, 19d	Versorgungsspannung/PWM
45 20, 20a, 20b	Schaltelement
20c	Umpoler
21, 21a	Zeitverzögerung
22	Logikelement UND
22a	Logikelement NICHT
50 22b	Logikelement ODER
22c	Logikelement JA
22d	Logikelement NEIN
23	Bremsschaltung
23a	Kurzschlusschaltung
55 24	Stromsensor
24a, 24b	Auswertung
100	Steuereinrichtung

VS1, VS2, VS3 Verfahrensschritt

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ansteuern einer digitalen automatischen Kupplung eines Schienenfahrzeugs, wobei die digitale automatische Kupplung eine Mittelpufferkupplung (1, 1') ist und eine Hakenscheibe (2) mit einem Antriebsabschnitt (3), einen Aktuator (6) mit einem Betätigungselement (11), welches mit dem Antriebsabschnitt (3) der Hakenscheibe (2) in Zusammenarbeit steht, einen Elektromotor (7) mit einer Motorbremse (12), Endschalter (13, 14, 15) und eine Steuereinrichtung (100) umfasst;

gekennzeichnet durch die Verfahrensschritte

(VS1) Entkuppeln, indem zunächst die Motorbremse (12) gelöst wird, Einschalten des Elektromotors (7) des Aktuators (6) in einer ersten Drehrichtung und Verstellen des Betätigungselementes (11) des Aktuators (6) aus einer Ausgangsstellung in eine Endstellung, wobei die Hakenscheibe (2) in ihre Entkupplungs- bzw. Pufferstellung verschwenkt wird;

(VS2) Beibehalten der Endstellung des Aktuators (6) in der Pufferstellung durch Einfallen der Motorbremse (12) und darauf folgendes Ausschalten des Elektromotors (7) des Aktuators (6); und

(VS3) Verstellen des Betätigungselementes (11) des Aktuators (6) aus der Pufferstellung in die Ausgangsstellung durch Lösen der Motorbremse (12) und darauf folgendes Einschalten des Elektromotors (7) des Aktuators (6) in eine zweite zu der ersten Drehrichtung entgegengesetzte Drehrichtung, wenn ein Schaltsignal (18b) eines externen Befehls vorliegt oder wenn ein Signal vorliegt, dass sich eine zu entkuppelnde Mittelpufferkupplung (1') als Gegenkupplung aus der Mittelpufferkupplung (1) entfernt hat.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Einschalten des Elektromotors (7) nach einer vorher festgelegten Zeitverzögerung (21) erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ausschalten des Elektromotors (7) nach einer vorher festgelegten Zeitverzögerung (21) erfolgt.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausgangsstellung und die Endstellung des Aktuators (6) durch Endschalter (13, 14) festgelegt sind, wobei die Endschalter (13, 14) durch das Betätigungselement (11)

des Aktuators (6) oder durch ein mit dem Betätigungselement (11) des Aktuators (6) fest verbundenes Element betätigt werden.

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Elektromotor (7) in einem unbestromten Zustand in der Ausgangsstellung oder/und in der Endstellung des Aktuators (6) mittels einer Motoransteuerung in eine Kurzschlussstellung geschaltet ist, wobei der Elektromotor (7) eine elektrodynamische Bremse bildet.

6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Motorstrom des Elektromotors (7) überwacht und ausgewertet wird, insbesondere mittels mindestens eines Stromsensors (24) und einer Auswertung (24a, 24b).

7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Versorgungsspannung (19a, 19b, 19c, 19d) für den Elektromotor (7) des Aktuators (6) über eine einstellbare Spannungsquelle oder/und mittels Pulsweitenmodulation erfolgt.

8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Verfahrensschritt VS3 Verstellen das Signal, dass sich eine zu entkuppelnde Mittelpufferkupplung (1') als Gegenkupplung aus der Mittelpufferkupplung (1) entfernt hat, mittels eines weiteren Endschalters (15) erzeugt wird, der mit der zu entkuppelnden Mittelpufferkupplung (1') als Gegenkupplung zusammenwirkt.

9. Digitale automatische Kupplung eines Schienenfahrzeugs, wobei die digitale automatische Kupplung eine Mittelpufferkupplung (1, 1') mit einem Gehäuse (1a) ist und eine Hakenscheibe (2) mit einem Antriebsabschnitt (3), einen Aktuator (6) mit einem Betätigungselement (11), welches mit dem Antriebsabschnitt (3) der Hakenscheibe (2) in Zusammenarbeit steht, einen Elektromotor (7) mit einer Motorbremse (12), Endschalter (13, 14, 15) und eine Steuereinrichtung (100) umfasst,

dadurch gekennzeichnet, dass der Aktuator (6) einen Kugelgewindetrieb mit einer Gewindespindel (9) und einer Spindelmutter (10), die mit dem Betätigungselement (11) fest verbunden ist und verdrehfest in dem Aktuator (6) längsverschiebbar geführt ist, und ein Getriebe (8) aufweist, durch welches der Elektromotor (7) und die Gewindespindel (9) gekoppelt sind.

10. Digitale automatische Kupplung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erster Endschalter (13) der Endschalter (13, 14, 15) einer Ausgangsstellung des Aktuators (6) zugeordnet ist, und dass ein zweiter Endschalter (14) der Endschalter

(13, 14, 15) einer Endstellung bzw. Pufferstellung des Aktuators (6) zugeordnet ist, wobei der erste Endschalter (13) und der zweite Endschalter (14) an dem Kugelgewindetrieb angeordnet sind, und wobei die Spindelmutter (10) oder ein an ihr befestigtes Teil einen Betätiger des ersten und des zweiten der Endschalter (13, 14) bildet.

5

11. Digitale automatische Kupplung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein dritter Endschalter (15) der Endschalter (13, 14, 15) in dem Gehäuse (1a) angeordnet ist und mit einem Kontaktabschnitt (1c) einer zu entkuppelnden Mittelpufferkupplung (1') als Gegenkupplung zusammenwirkt.
12. Digitale automatische Kupplung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Stromsensor (24) mit einer Auswertung (24a, 24b) eine Überwachung des Motorstroms des Elektromotors (7) bildet.
13. Digitale automatische Kupplung nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (100) Versorgungsspannungsquellen (19, 19a, 19b, 19c, 19d) mit zugehöriger Stellelektronik und Stabilisierungsschaltungen sowie PWM-Schaltungseinheit(en), Schaltelemente (20a, 20b), mindestens einen Umpoler (20c), die Zeitverzögerungen (21, 21a), Logikelemente (22, 22a, 22b, 22c, 22d), mindestens eine Bremsschaltung (23) des Elektromotors (7), eine Kurzschlusschaltung (23a) des Elektromotors (7) sowie Auswertungsschaltungen (24a, 24b) und Vergleicher für den mindestens einen Stromsensor (24) aufweist.

10

15

20

25

30

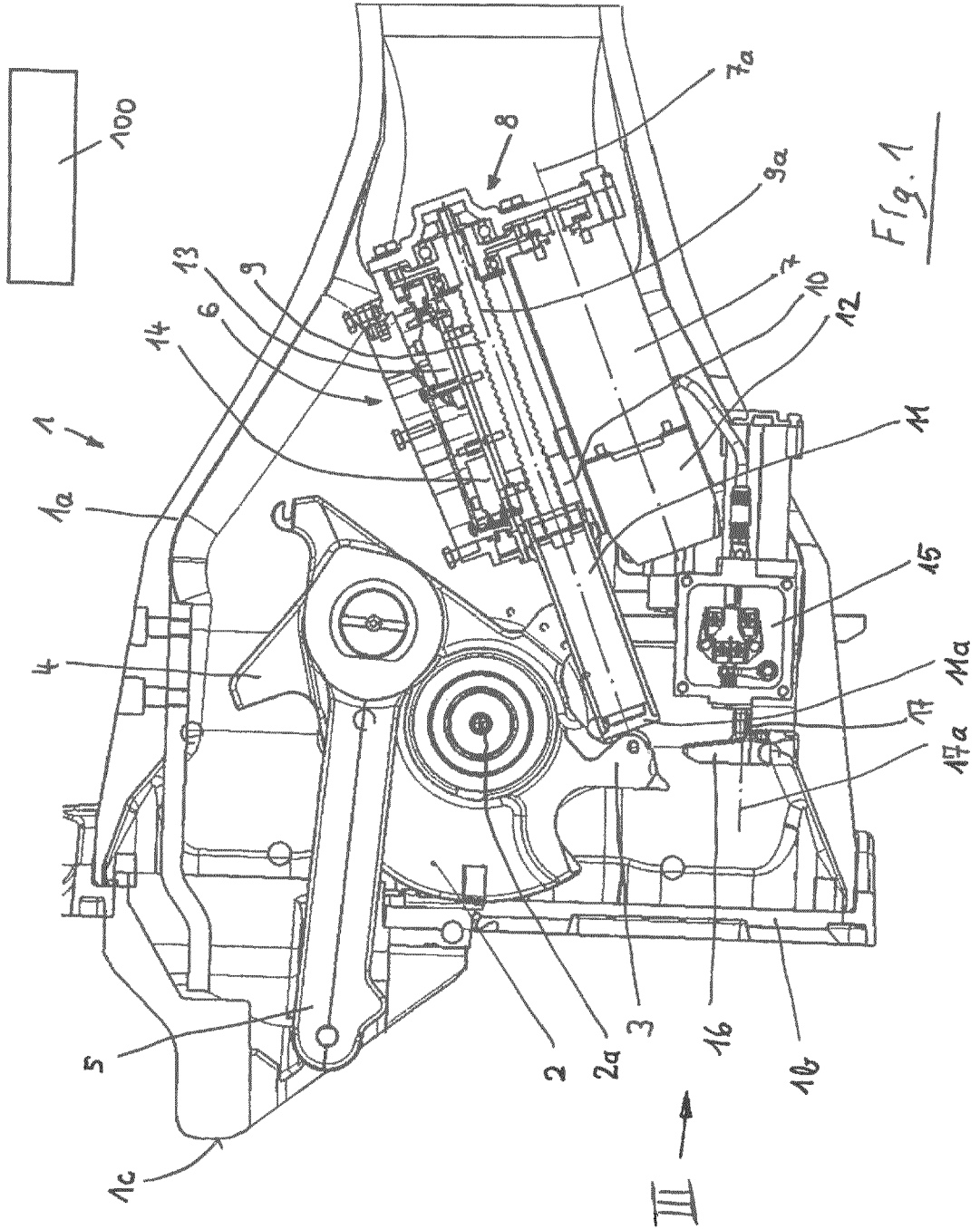
35

40

45

50

55



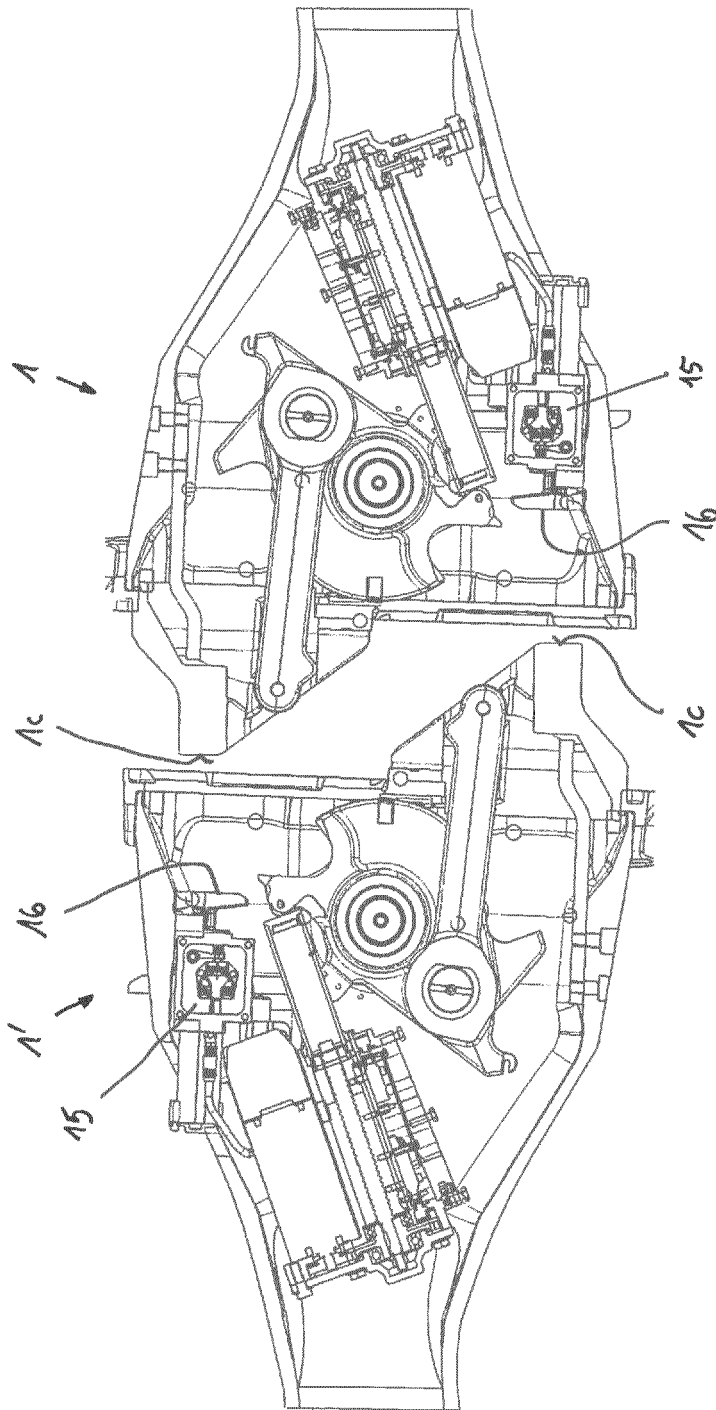


Fig. 2

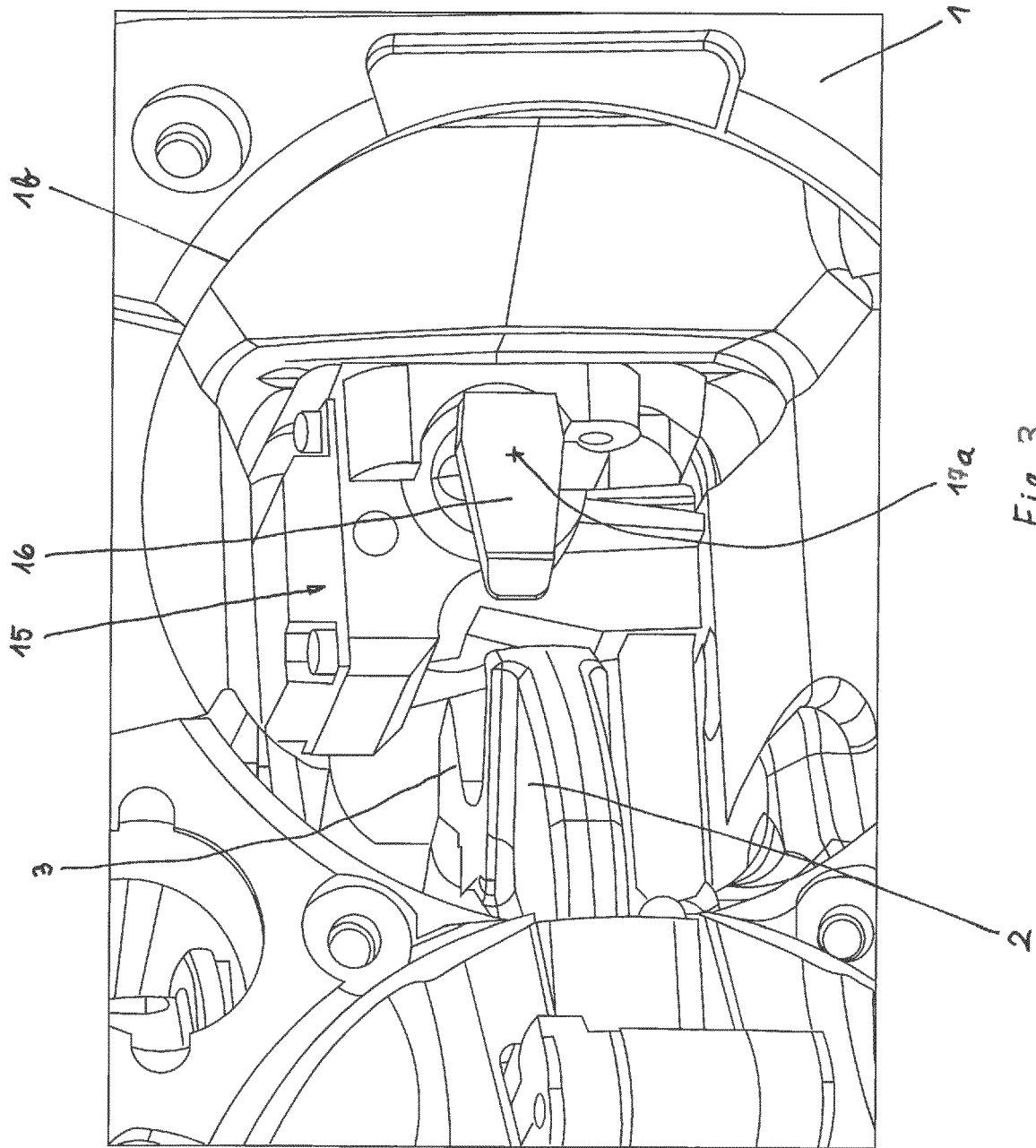


Fig. 3

Fig. 4

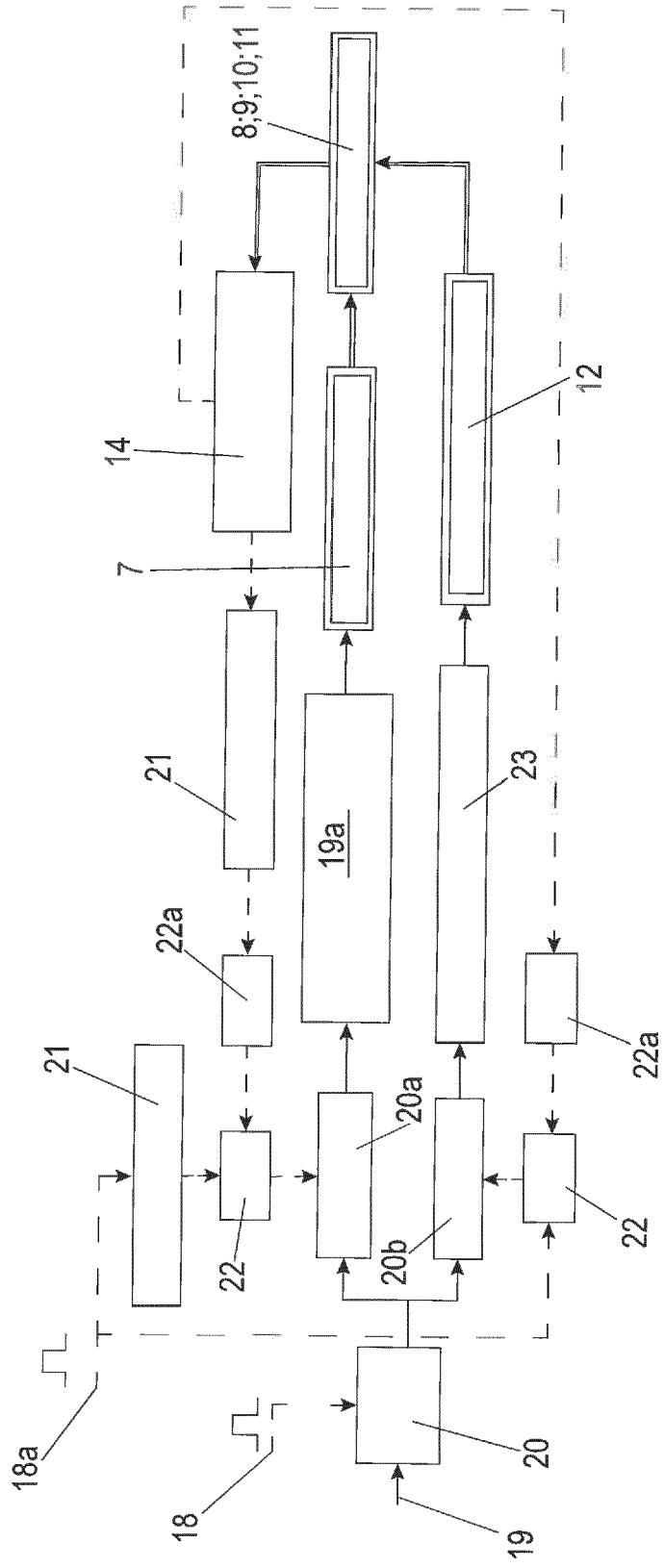


Fig. 5

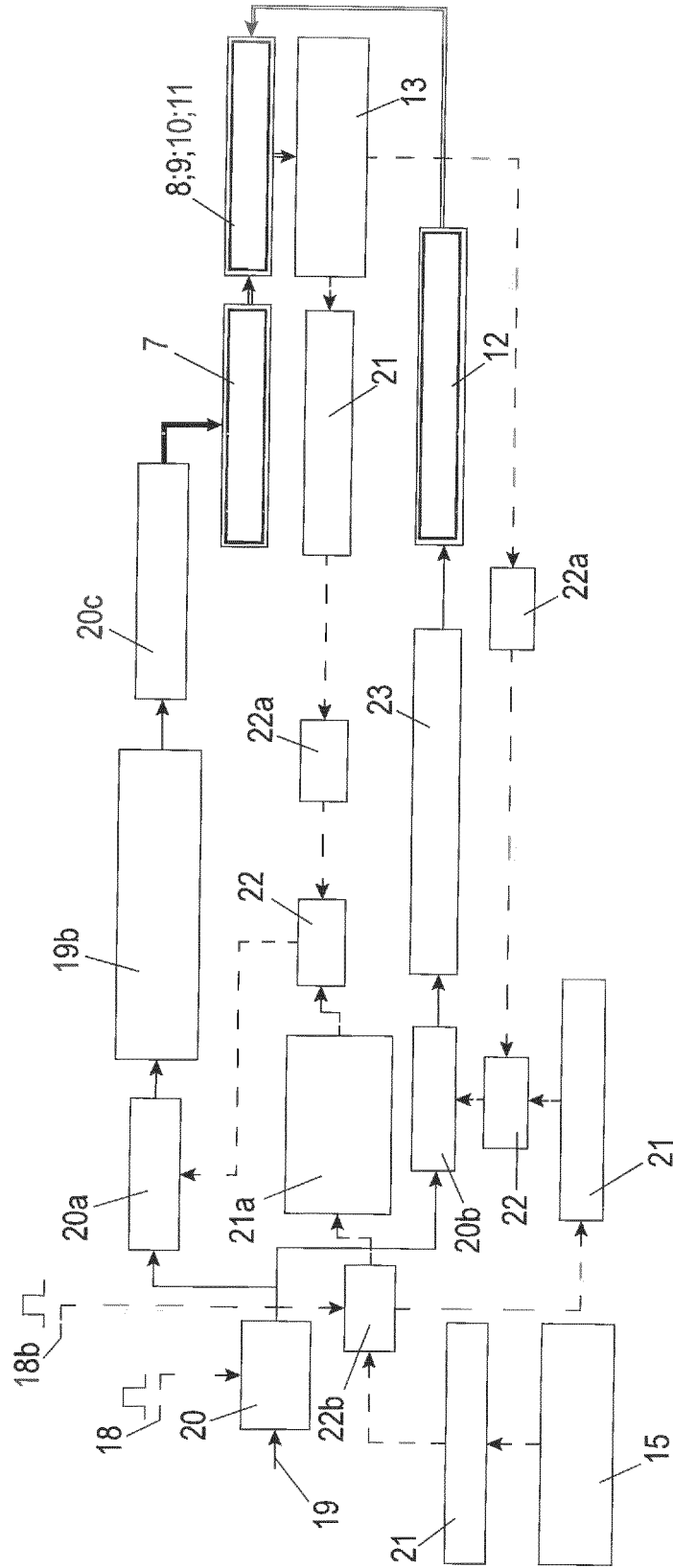


Fig. 6

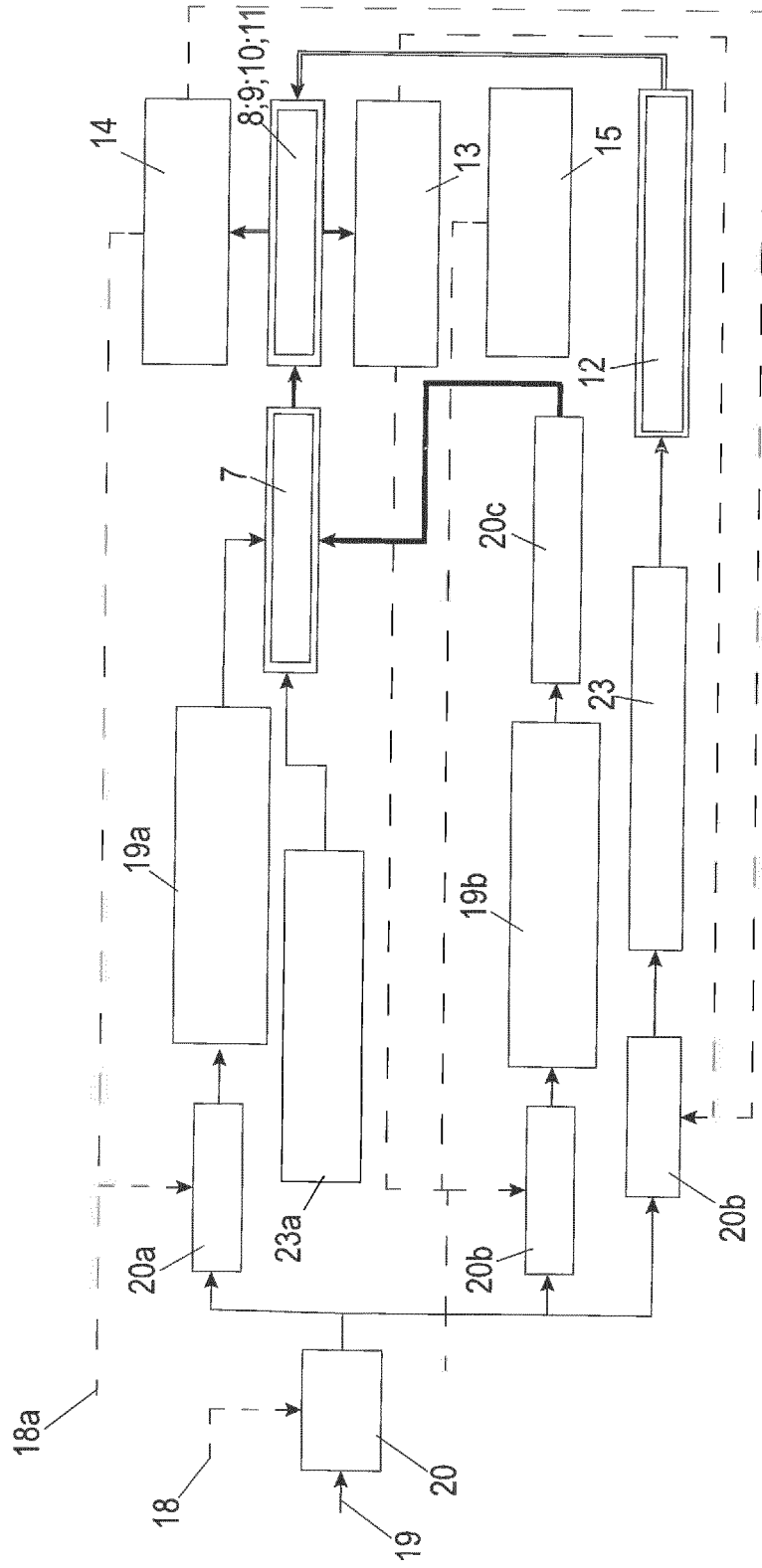


Fig. 7

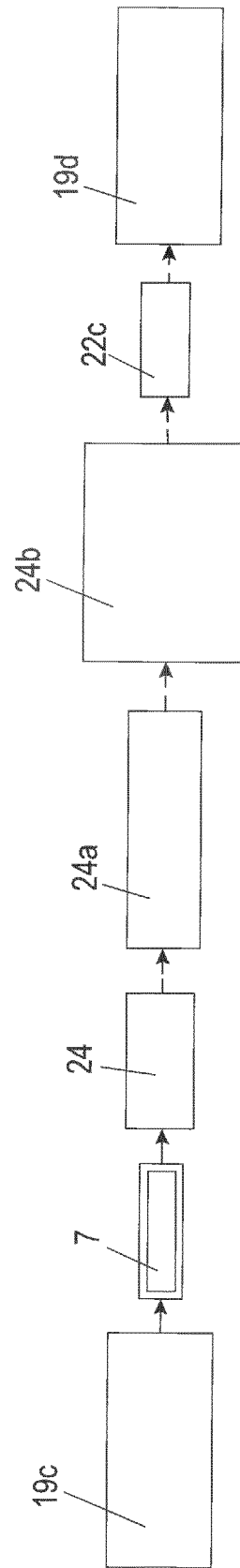
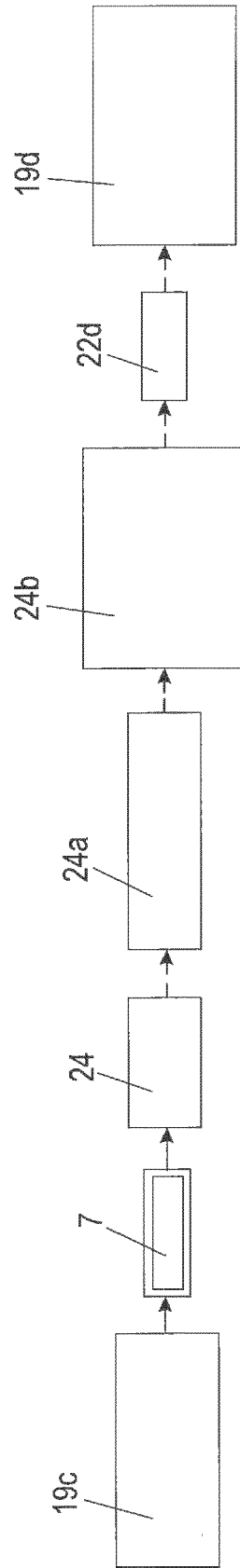


Fig. 8



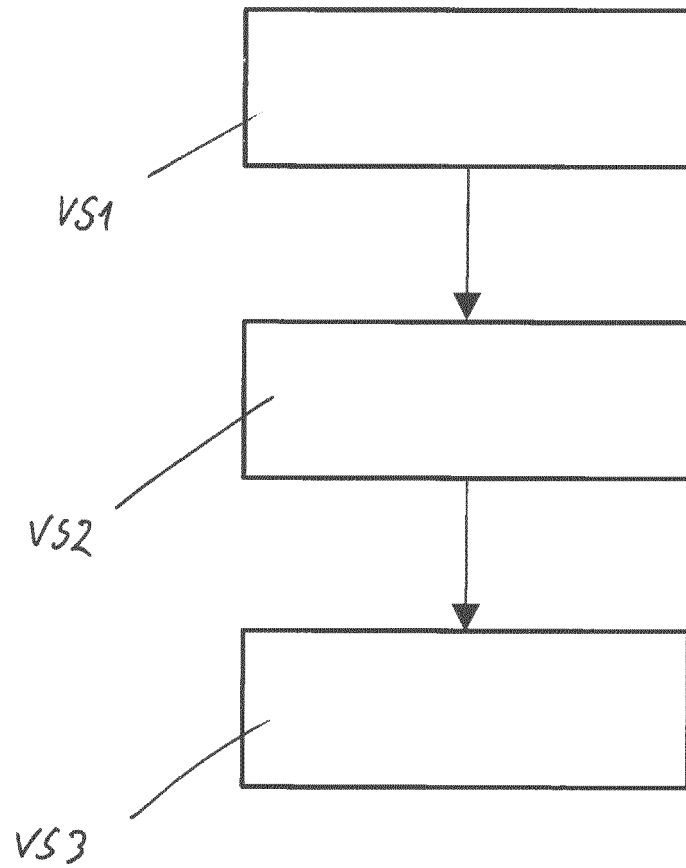


Fig. 9



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 23 19 4073

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	US 5 503 280 A (HANANO M NIHAD [US] ET AL) 2. April 1996 (1996-04-02) * Abbildungen 1-5 *	1-13	INV. B61G3/20
A	EP 3 470 295 B1 (CRRQ QINGDAO SIFANG ROLLING STOCK RES INST CO LTD [CN]) 28. Oktober 2020 (2020-10-28) * Abbildungen 1, 2, 5-8 *	1-13	
A	DE 10 2021 133227 A1 (VOITH PATENT GMBH [DE]) 15. Juni 2022 (2022-06-15) * Abbildungen 1-3, 5-9 *	1-13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			B61G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 12. Januar 2024	Prüfer Denis, Marco
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 23 19 4073

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

12-01-2024

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5503280 A	02-04-1996	CA 2125746 A1 US 5503280 A	27-10-1995 02-04-1996
EP 3470295 B1	28-10-2020	CN 106274958 A EP 3470295 A1 ES 2829641 T3 JP 6773888 B2 JP 2019524545 A RU 2713578 C1 US 2019144013 A1 WO 2018024260 A1	04-01-2017 17-04-2019 01-06-2021 21-10-2020 05-09-2019 05-02-2020 16-05-2019 08-02-2018
DE 102021133227 A1	15-06-2022	DE 102021133227 A1 EP 4263319 A2 KR 20230117445 A US 2023391380 A1 WO 2022129159 A2	15-06-2022 25-10-2023 08-08-2023 07-12-2023 23-06-2022

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82