(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

PCT

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. März 2008 (13.03.2008)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/028648 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
G05B 19/042 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/007747

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. September 2007 (05.09.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2006 041 549.3
5. September 2006 (05.09.2006) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **BRAND, Michael** [DE/DE]; Albecker Steige 86, 89075 Ulm (DE). **STRATMANN, Hubert** [DE/DE]; Drosselweg 10, 89297 Roggenburg (DE). **VAGT, Hans-Joachim** [DE/DE]; Fischergasse 32, 89073 Ulm (DE). **RÜCKERT, Reinhart** [DE/DE]; Weberstr. 7, 89358 Kammeltal (DE). **GEISSLER, Grit** [DE/DE]; Lauensteinerstr. 11, 01277 Dresden (DE).

(74) Anwalt: **BEDER, Jens**; Mitscherlin & Partner, Patent & Rechtsanwälte, Sonnenstrasse 33, 80331 München (DE).

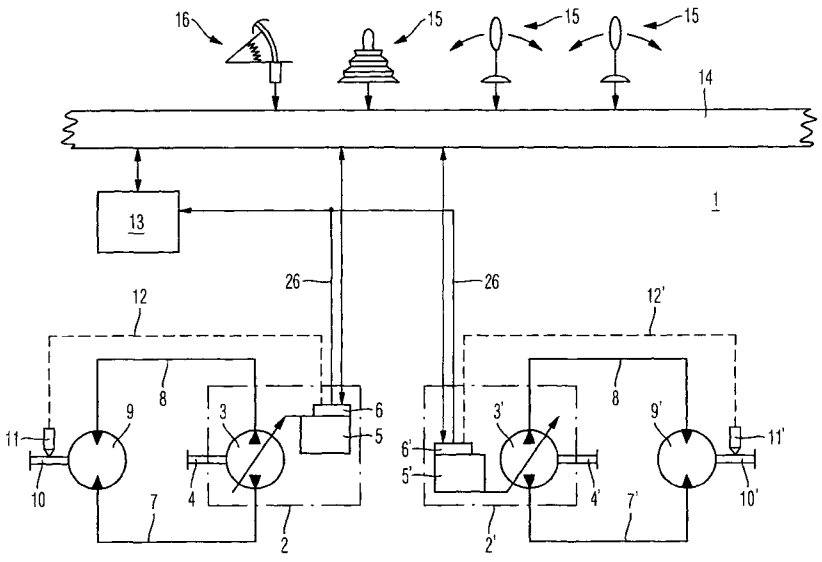
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DRIVE SYSTEM AND METHOD FOR MONITORING A HYDROSTATIC DRIVE

(54) Bezeichnung: ANTRIEBSSYSTEM UND VERFAHREN ZUR ÜBERWACHUNG EINES HYDROSTATISCHEN ANTRIEBS



(57) Abstract: The invention relates to a drive system and to a method for monitoring a hydrostatic drive (1). The hydrostatic drive (1) has at least one hydrostatic piston engine (2) on which a control unit (6, 6'), which controls the hydrostatic piston engine (2, 2'), is arranged, wherein the control unit (6, 6') is connected to a central control device (13), which controls the drive system (1), via a first interface (14). Control signals for controlling the drive system (1) can be transmitted using the first interface (14). The central control device (13) is additionally connected to the control unit (6) via a second interface (26, 26'), and a switch-off signal can be transmitted from the control unit (6, 6') to the central control device (13) and/or from the central control device (13) to the control unit (6, 6') using the second interface (26, 26').

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2008/028648 A2

GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, 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*

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Antriebssystem und ein Verfahren zur Überwachung eines hydrostatischen Antriebs (1). Der hydrostatische Antrieb (1) weist zumindest eine hydrostatische Kolbenmaschine (2) auf, an der eine die hydrostatische Kolbenmaschine (2, 2') steuernde Steuereinheit (6, 6') angeordnet ist, wobei die Steuereinheit (6, 6') mit einem das Antriebssystem (1) steuernden Zentral -Steuergerät (13) über eine erste Schnittstelle (14) verbunden ist. Über die erste Schnittstelle (14) sind Steuersignale zur Steuerung des Antriebssystems (1) übertragbar. Das ZentralSteuergerät (13) ist zusätzlich über eine zweite Schnittselle (26, 26') mit der Steuereinheit (6) verbunden, über die zweite Schnittselle (26, 26') ein Abschaltsignal von der Steuereinheit (6, 6') zu dem Zentral -Steuergerät (13) und / oder von dem ZentralSteuergerät (13) zu der Steuereinheit (6, 6') übertragbar ist.

Antriebssystem und Verfahren zur Überwachung eines hydrostatischen Antriebs

Die Erfindung betrifft ein Antriebssystem und ein Verfahren zur Überwachung eines hydrostatischen Antriebs.

Bei der Konzeption von hydrostatischen Antrieben wird zunehmend zur Steuerung der Antriebe auch Elektronik eingesetzt. Dabei kann - wie es in der DE 43 27 651 A1 gezeigt ist - eine Zentralelektronik mit an den hydrostatischen Maschinen angeordneten Elektronikkomponenten kombiniert werden. Dies ermöglicht es, durch die Zentralelektronik die Regelung des hydrostatischen Antriebs zu übernehmen, wobei die Ansteuerung der jeweils eine bestimmte hydrostatische Maschine einstellende Verstellvorrichtung durch die lokal an dieser hydrostatischen Maschine angeordnete Elektronik durchgeführt wird. Die Zentralelektronik und die dezentralen Steuereinheiten sind über jeweils eine Schnittstelle miteinander verbunden. Über diese Schnittstelle werden die von der Zentralelektronik erzeugten Steuersignale an die Steuereinheiten der einzelnen hydrostatischen Maschinen weitergegeben. Durch die Zentralelektronik wird ferner auch die Steuerung von etwa erforderlichen weiteren Ventilen übernommen.

Bei dem in der DE 43 27 651 A1 vorgeschlagenen System ist es nachteilig, dass eine gegenseitige Kontrollfunktion nicht vorgesehen ist. Somit wird bei Auftreten einer Fehlfunktion nicht die Abschaltung des gesamten Antriebs

bewirkt. Insbesondere dezentrale elektronische Systeme, mit einer Verteilung von Steuerungsfunktionen auf eine Zentralelektronik sowie lokale Steuereinheiten der hydrostatischen Maschinen nutzen nicht das Potential der Risikominimierung durch gegenseitige Überwachung und Abschaltung im Fehlerfall.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Antriebssystem sowie ein Verfahren zur Überwachung eines hydrostatischen Antriebs zu schaffen, wobei der hydrostatische Antrieb abgeschaltet bzw. in einen sicheren Zustand gebracht wird, sofern ein Steuerungsfehler auftritt.

Die Aufgabe wird durch das erfindungsgemäße Antriebssystem nach Anspruch 1 oder 15 sowie das erfindungsgemäße Verfahren zur Überwachung eines hydrostatischen Antriebs nach Anspruch 10 oder Anspruch 16 gelöst.

Bei dem erfindungsgemäßen Antriebssystem mit zumindest einer hydrostatischen Kolbenmaschine ist an der hydrostatischen Kolbenmaschine eine Steuereinheit zu deren Steuerung vorgesehen. Mit dieser Steuereinheit steht über eine erste Schnittstelle ein Zentral-Steuergerät in Verbindung. Das Zentral-Steuergerät überträgt Steuersignale zur Steuerung des hydrostatischen Antriebs über die erste Schnittstelle. Erfindungsgemäß sind das Zentral-Steuergerät und die Steuereinheit über zumindest eine zweite Schnittstelle miteinander verbunden, wobei über diese zweite Schnittstelle ein Abschaltsignal von der Steuereinheit zu dem Zentral-Steuergerät und / oder vom Zentral-Steuergerät zu den Steuereinheiten übertragbar ist. Damit ist bei Erkennung einer Fehlfunktion auf Seiten

der Steuereinheit die gesamte hydrostatische Anlage abschaltbar, indem das Zentral-Steuergerät, welches die zentrale Steuerungsfunktion übernimmt, abgeschaltet wird und / oder das Zentral-Steuergerät die Steuereinheiten über einen unabhängigen Abschaltpfad abschalten kann.

Alternativ weist das erfindungsgemäße Antriebssystem zumindest zwei hydrostatischen Kolbenmaschinen auf, an denen jeweils eine die Kolbenmaschine ansteuernde Steuereinheit angeordnet ist, wobei die Steuereinheiten über eine erste Schnittstelle miteinander verbunden sind. Die Steuereinheiten sind zusätzlich über eine zweite Schnittstelle miteinander verbunden, über die von einer der Steuereinheiten zu zumindest einer der jeweils anderen Steuereinheiten ein Abschaltsignal übertragbar ist. Die Steuersignale einer jeden Steuereinheit werden zur gegenseitigen Überwachung der Steuereinheiten über die erste Schnittstelle an jeweils zumindest eine weitere Steuereinheit übertragen. Wird eine Fehlfunktion erkannt, so wird über eine zweite Schnittstelle ein Abschaltsignal von der überwachenden Steuereinheit an die überwachte Steuereinheit übertragen. Dabei kann die Überwachung durch lediglich jeweils eine andere Steuereinheit oder aber durch mehrere oder alle weiteren Steuereinheiten erfolgen.

Erfindungsgemäß werden Steuersignale des Zentral-Steuergeräts durch die Steuereinheit eingelesen und im Hinblick auf ihre Plausibilität durch die Steuereinheit überprüft. Wird ein fehlerhaftes, d.h. nicht plausibles Steuersignal durch die Steuereinheit erkannt, so wird durch die Steuereinheit ein Abschaltsignal ausgegeben. Das Abschaltsignal wird von der Steuereinheit an das Zentral-

Steuergerät übermittelt und somit der gesamte hydrostatische Antrieb stillgelegt.

Das Antriebssystem und das Verfahren zur Überwachung des hydrostatischen Antriebs haben den Vorteil, dass ein redundantes Vorsehen der Elektronik des Zentral-Steuergeräts nicht erforderlich ist. Vielmehr wird die Überwachung des Zentral-Steuergeräts durch vorhandene, an den hydrostatischen Maschinen vorgesehene Steuereinheiten übernommen. Solche sog. Onboard-Elektronikeinheiten werden insbesondere vorgesehen, um den Verkabelungsaufwand möglichst gering zu halten. Die Überwachung kann somit dezentral über eine oder mehrere solcher Steuereinheiten an den hydrostatischen Maschinen vorgenommen werden.

In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Antriebssystems sowie des Verfahrens zur Überwachung von hydrostatischen Anlagen ausgeführt.

Insbesondere ist es vorteilhaft, dass die Steuereinheit einen ersten Überwachungsabschnitt aufweist und das Zentral-Steuergerät einen zweiten Überwachungsabschnitt aufweist. Somit kann innerhalb des Zentral-Steuergeräts eine interne Fehlerkontrolle durchgeführt werden, auf Grund derer eine innere Abschaltung der Ausgabe von Steuersignalen durchführbar ist. Eine redundante Überwachung des Zentral-Steuergeräts erfolgt dagegen in der Steuereinheit durch den dort angeordneten ersten Überwachungsabschnitt. Somit findet eine redundante Überwachung der Funktion des Zentral-Steuergeräts in dem Zentral-Steuergerät selbst sowie extern in einer Steuereinheit statt.

Das Zentral-Steuergerät gibt seine Steuersignale über die erste Schnittstelle aus. Diese über die erste Schnittstelle ausgegebenen Steuersignale werden durch die Steuereinheit überprüft. Dabei kann besonders bevorzugt der zweite Überwachungsabschnitt eine Recheneinheit zur Simulation der Steuerungsfunktion des Zentral-Steuergeräts umfassen, wobei insbesondere bevorzugt die Simulation unter Berücksichtigung derselben Eingangsparameter, die auch dem Zentral-Steuergerät zugeführt werden durchgeführt wird. Diese Eingangsparameter werden der Steuereinheit z.B. über die erste Schnittstelle zugeführt. Mit Hilfe einer solchen Recheneinheit, welche die Funktionsweise des Zentral-Steuergeräts simuliert, ist eine unabhängige Voraussage der durch das Zentral-Steuergerät ausgegebenen Steuersignale möglich. Wird eine Abweichung des tatsächlich durch das Zentral-Steuergerät ausgegebenen Steuersignals von dem auf Grund der Simulation erhaltenen Wert erkannt, so wird entschieden, dass es sich hierbei um eine Fehlfunktion handelt und dementsprechend durch die Steuereinheit ein Abschaltsignal ausgegeben.

Gemäß einer anderen bevorzugten Ausführungsform sind in dem ersten Überwachungsabschnitt der Steuereinheit Erwartungswerte abgespeichert. Anstelle einer Simulation der vollständigen Funktionalität des Zentral-Steuergeräts werden lediglich die durch das Zentral-Steuergerät ausgegebenen Steuersignale im Hinblick auf eine Übereinstimmung mit den Erwartungswerten überprüft. Diese Überprüfung erfordert eine lediglich geringe Rechenleistung.

Zur Abschaltung des Zentral-Steuergeräts wird das Abschaltsignal vorzugsweise so an das Zentral-Steuergerät

ausgegeben, dass die Leistungselektronik des Zentral-Steuergeräts unmittelbar abschaltbar ist. Selbst bei einer Fehlfunktion einer die Berechnungsroutinen in dem Zentral-Steuergerät übernehmenden zentralen Recheneinheit des Zentral-Steuergeräts wird somit die Ausgabe von Steuersignalen an die Komponenten des hydrostatischen Antriebs abgeschaltet. Bei abgeschalteten Steuersignalen sind hydrostatische Antriebe so ausgelegt, dass sie immer in einem sicheren Betriebszustand übergehen.

Gemäß einer anderen bevorzugten Ausführungsform ist auch durch das Zentral-Steuergerät über die erste Schnittstelle ein Abschaltsignal ausgebbar, wobei dieses weitere Abschaltsignal zum Abschalten der Ausgabe von Kolbenmaschinensteuersignalen durch die Steuereinheit dient. Damit kann umgekehrt bei Auftreten eines Fehlers, welcher durch die interne Fehlerüberwachung des Zentral-Steuergeräts detektiert wird, auch die Ausgabe von Steuersignalen seitens der Steuereinheit an beispielsweise eine Verstellvorrichtung einer hydrostatischen Kolbenmaschine unterbunden werden.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Antriebssystem zur Durchführung des Verfahrens ist in der Zeichnung dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Antriebssystems; und

Fig. 2 ein Blockschaltbild zur Erläuterung des Verfahrens zur Überwachung des erfindungsgemäßen Antriebssystems.

Bevor auf den Aufbau des erfindungsgemäßen Antriebssystems sowie auf den Verfahrensablauf zur Überwachung des hydrostatischen Antriebs im Detail eingegangen wird, soll zunächst ein hydrostatischer Antrieb mit seinen wesentlichen Bauteilen zum besseren Verständnis der Erfindung erläutert werden. Der in der Fig. 1 dargestellte hydrostatische Antrieb 1 ist beispielsweise zum Antreiben eines Raupenfahrzeugs vorgesehen. Der hydrostatische Antrieb 1 umfasst daher in dem dargestellten Ausführungsbeispiel zwei hydrostatische Kreisläufe, welche insbesondere identisch ausgeführt sind. Um unnötige Wiederholung bei der Erläuterung zu vermeiden, wird nachfolgend lediglich einer der beiden hydrostatischen Kreisläufe detailliert erläutert. Die entsprechenden Bezugszeichen in Bezug auf den zweiten hydrostatischen Kreislauf sind mit einem Hochkomma versehen.

Ein hydrostatischer Kreislauf des Antriebs 1 umfasst eine Hydropumpeneinheit 2. Die Hydropumpeneinheit 2 weist eine Hydropumpe 3 auf. Die Hydropumpe 3 wird über eine Antriebswelle 4 angetrieben.

Die Hydropumpe 3 ist zur Förderung in zwei Richtungen ausgelegt und in ihrem Fördervolumen verstellbar. Zur Verstellung der Förderrichtung und des Fördervolumens der Hydropumpe 3 ist eine Verstellvorrichtung 5 vorgesehen. Die Verstellvorrichtung 5 wirkt mit einem Verstellmechanismus der Hydropumpe 3 zusammen. Zum Betätigen der Verstellvorrichtung 5 ist in die Pumpeneinheit 2 eine Steuereinheit 6 integriert. In Abhängigkeit von der Einstellung der Verstellvorrichtung 5

fördert die Hydropumpe 3 in eine erste Arbeitsleitung 7 oder eine zweite Arbeitsleitung 8 Druckmittel.

Die Arbeitsleitungen 7, 8 sind mit einem Hydromotor 9 verbunden. Der Hydromotor 9 treibt eine Abtriebswelle 10 an, welche beispielsweise in nicht dargestellter Weise mit einem Kettenantrieb eines Raupenfahrzeugs verbunden ist. Die Drehzahl der Abtriebswelle 10 wird über einen Drehzahlsensor 11 erfasst, und ein entsprechender Wert über eine erste Sensorleitung 12 an die Steuereinheit 6 zurückgemeldet. Bei dem erfindungsgemäßen Regelungssystem für einen hydrostatischen Antrieb wird durch die Steuereinheit 6 die Verstellvorrichtung 5 durch Kolbenmaschinensteuersignale angesteuert. Hierzu gibt die Steuereinheit 6 Kolbenmaschinensteuersignale an die entsprechenden Komponenten der Verstellvorrichtung 5 weiter. Dies können insbesondere Proportionalmagnete zur Einstellung von Steuer- und Regelungsdrücken in der Hydropumpeneinheit 2 sein.

Die jeweils erforderlichen Einstellwerte wurden dabei nicht durch die Steuereinheit 6 allein ermittelt, sondern in Abstimmung mit beispielsweise weiteren Steuereinheiten anderer hydrostatischer Kolbenmaschinen des hydrostatischen Antriebs 1 durch ein Zentral-Steuergerät 13 ermittelt und dann zur Umsetzung an die Steuereinheiten 6 übermittelt.

Das Zentral-Steuergerät 13 kommuniziert mit der Steuereinheit 6 über eine gemeinsame Schnittstelle, welche in dem dargestellten Ausführungsbeispiel ein Bussystem ist. Als bevorzugtes Bussystem zum Einsatz in Fahrzeugen wird ein CAN-Bus 14 eingesetzt. Die Datenübertragung

zwischen dem Zentral-Steuergerät 13 und der Steuereinheit 6 ist bidirektional, wie dies in dem dargestellten Ausführungsbeispiel durch die Doppelpfeile gekennzeichnet ist.

In dem Zentral-Steuergerät 13 ist ein Regelungs- oder Steuerungsalgorithmus gespeichert, welcher auf Grund von Einstellungen beispielsweise von Bedienhebeln 15 die erforderlichen Einstellungsparameter des hydrostatischen Antriebs berechnet. Entsprechend den berechneten Einstellparametern werden durch das Zentral-Steuergerät 13 Steuersignale ausgegeben, die über den CAN-Bus 14 an die Steuereinheit 6 übermittelt werden. Über den CAN-Bus 14 hat die Steuereinheit 6 nicht nur Zugriff auf diejenigen Steuersignale, die sie selbst betreffen, sondern darüber hinaus auch auf diejenigen Steuersignale, mit welchen weitere Komponenten des hydrostatischen Antriebs 1 angesteuert werden. Solche weiteren Komponenten können beispielsweise nicht in die Pumpeneinheit 2 integrierte Magnetventile sein.

Die von dem Zentral-Steuergerät 13 ausgegebenen Steuersignale werden durch die zumindest eine Steuereinheit 6 kontrolliert und bei Vorliegen eines Fehlers wird durch die Steuereinheit 6 ein Abschaltsignal ausgegeben, durch welches die weitere Ausgabe von Steuersignalen durch das Zentral-Steuergerät 13 verhindert wird. Unter dem Verhindern der weiteren Ausgabe von Steuersignalen wird auch das Zurückführen in einen sicheren Zustand verstanden, also die Ausgabe von Nullsteuersignalen. Ein solches Abschaltsignal kann entweder durch eine einzelne Steuereinheit 6 ausgegeben werden oder aber es findet eine Überwachung des Zentral-

Steuergeräts 13 durch sämtliche in dem hydrostatischen Antrieb enthaltene Steuereinheiten 6, 6' statt. Wie dies in der Fig. 1 dargestellt ist, wird durch jede der Steuereinheiten 6, 6' in diesem Fall bei entsprechender Erkennung eines fehlerhaften Steuersignals des Zentral-Steuergeräts 13 oder einer anderen Fehlfunktion ein Abschaltsignal ausgegeben.

In der Fig. 2 ist der Aufbau des Zentral-Steuergeräts 3 sowie der Steuereinheiten 6, 6' schematisch dargestellt. Das Zentral-Steuergerät 13 umfasst eine zentrale Recheneinheit 17. Die zentrale Recheneinheit 17 dient zur Berechnung der durch das Zentral-Steuergerät 13 auszugebenden Steuersignale. Die hierzu notwendigen Informationen werden, wie dies durch den Doppelpfeil 18 gezeigt ist, auf Grund der über den CAN-Bus 14 eingelesenen Informationen ermittelt. Hierzu ist in der zentralen Recheneinheit 17 des Zentral-Steuergeräts 13 ein Steuerungsalgorithmus abgespeichert. Der Steuerungsalgorithmus ist ein Programm, welches auf Basis der eingelesenen Systemparameter wie beispielsweise der Position eines Bedienhebels 15 oder des Fahrpedals 16 die Ermittlung von Einstellwerten der hydrostatischen Kolbenmaschinen übernimmt. Durch die Einstellung unterschiedlicher Schwenkwinkel der Hydropumpe 2 bzw. der Hydropumpe 2' ist beispielsweise bei einer Links/Rechts-Zuordnung der beiden Hydropumpeneinheiten 2, 2' eine Kurvenfahrt möglich.

Die von der zentralen Recheneinheit 17 ermittelten Steuersignale werden an die Steuereinheit 6 bzw. die Steuereinheit 6' über den CAN-Bus 14 übermittelt. Zum Ansteuern von weiteren Komponenten des hydrostatischen

Antriebs 1 umfasst das Zentral-Steuergerät 13 eine Leistungselektronik 28, um die Steuersignale zum direkten Ansteuern beispielsweise von Proportionalmagneten mit ausreichend Leistung ausgeben zu können. Die Leistungselektronik ist mit einer Energieversorgungseinrichtung 19 gekoppelt. Die Energieversorgungseinrichtung 19 ist, wie dies durch den Pfeil 20 dargestellt ist, entweder über die zentrale Recheneinheit 17 abschaltbar oder aber über einen Notschalter 21, der beispielsweise die Energiezufuhr zu der Energieversorgungseinrichtung 19 unterbricht.

Die von dem Zentral-Steuergerät 13 ausgegebenen Steuersignale werden über den CAN-Bus 14 an die Steuereinheit 6 bzw. die Steuereinheit 6' übermittelt. Die Steuereinheiten 6, 6', von denen nachfolgend wiederum lediglich die Steuereinheit 6 ausführlich beschrieben wird, umfassen jeweils einen Steuerabschnitt 22, welcher die empfangenen Steuersignale so aufbereitet, dass eine Ansteuerung der jeweils zugeordneten Verstellvorrichtung 5 der hydrostatischen Kolbenmaschine durch Kolbenmaschinensteuersignale möglich ist. Hierzu ist der Steuerabschnitt 22 mit einer Steuereinheitenleistungselektronik 23 verbunden, welcher die auszugebenden Kolbenmaschinensteuersignale mit ausreichender Leistung zur Ansteuerung beispielsweise von Proportionalmagneten aufbereitet.

Die Steuereinheitenleistungselektronik 23 ist mit einer Steuereinheitenenergieversorgung 24 verbunden. Die Steuereinheitenenergieversorgung 24 ist eingangsseitig mit einem ersten Überwachungsabschnitt 25 der Steuereinheit 6 verbunden. Der erste Überwachungsabschnitt 25 der

Steuereinheit 6 liest die über den CAN-Bus, der die erste Schnittstelle zwischen dem Zentral-Steuergerät 13 und der Steuereinheit 6 bildet, von dem Zentral-Steuergerät 13 ausgegebenen Steuersignale ein und führt eine Plausibilitätsanalyse durch. Bei der Überprüfung der Steuersignale auf Plausibilität werden beispielsweise Erwartungswerte für die Steuersignale in der Steuereinheit 6 gespeichert. Hierzu umfasst die Steuereinheit 6 einen Speicher, in dem die Erwartungswerte abgelegt sind.

Werden die von einem Zentral-Steuergerät 13 ausgegebenen Steuersignale durch den ersten Überwachungsabschnitt 25 eingelesen, so wird das jeweils eingelesene Steuersignal durch Vergleich mit den Erwartungswerten auf Plausibilität überprüft. Kann kein korrespondierender Erwartungswert in dem Speicher gefunden werden, so wird erkannt, dass das Steuersignal fehlerhaft ist und dementsprechend das Abschalten des hydrostatischen Antriebs 1 erforderlich ist. Zum Abschalten des hydrostatischen Antriebs 1 wird durch die Steuereinheit 6 ein Abschaltsignal über eine zweite Schnittstelle 26 an das Zentral-Steuergerät 13 übermittelt. Die zweite Schnittstelle 26 ist unabhängig von der ersten Schnittstelle, welche in dem dargestellten Ausführungsbeispiel ein CAN-Bus 14 ist. Die Unabhängigkeit der zweiten Schnittstelle 26 von der ersten Schnittstelle stellt sicher, dass auch bei einem Fehler, welcher bei der Datenübermittlung in dem CAN-Bus 14 auftritt, eine Abschaltung der hydrostatischen Anlage sichergestellt ist.

In dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird zur Abschaltung bzw. zum Ausgeben des Abschaltsignals durch den ersten Überwachungsabschnitt 25 die Steuereinheitenenergieversorgungseinrichtung 24 so

angesteuert, dass von der Steuereinheitenenergieversorgungseinrichtung 24 ein entsprechendes Abschaltsignal ausgegeben wird. Das Abschaltsignal wird in dem dargestellten Ausführungsbeispiel unmittelbar an die Energieversorgungseinrichtung 19 des Zentral-Steuergeräts 13 ausgegeben. Bei Empfangen des Abschaltsignals durch die Energieversorgungseinrichtung 19 in dem Zentral-Steuergerät 13 wird unmittelbar die Energieversorgung für die Leistungselektronik 28 des Zentral-Steuergeräts 13 abgeschaltet. Infolgedessen werden sämtliche Ausgangssignale zurückgesetzt und der hydrostatischen Antrieb 1 geht in einen sicheren Betriebszustand über.

Für das Zentral-Steuergerät 13 ist es dabei irrelevant, durch welche der Steuereinheiten 6, 6' ein Abschaltsignal abgegeben wurde. Zusätzlich durch die Abschaltung des Zentral-Steuergeräts 13 auf Grund eines Abschaltsignals der Steuereinheiten 6 oder 6' ist es umgekehrt auch möglich, die Ausgabe von Kolbenmaschinensteuersignalen durch die Steuereinheiten 6, 6' mittels des Zentral-Steuergeräts 13 zu verhindern. In dem Zentral-Steuergerät 13 ist vorzugsweise in die zentrale Recheneinheit 17 ein zweiter Überwachungsabschnitt 17' integriert, durch den eine interne Fehlerüberwachung erfolgt. Erkennt die interne Fehlerüberwachung, beispielsweise auf Grund von Sensorsignalen, die die Reaktion des hydrostatischen Antriebs 1 auf die ausgegebenen Steuersignale ermöglicht, dass eine Fehlfunktion in dem hydrostatischen Antrieb 1 vorliegt, so wird ein weiteres Abschaltsignal ausgegeben und über den CAN-Bus 14, also die erste Schnittstelle, an die Steuereinheit 6 bzw. die Steuereinheit 6' übermittelt. Dabei kann das Abschaltsignal entweder generell sämtliche

an den CAN-Bus 14 angeschlossene Steuereinheiten 6, 6' erfassen oder aber selektiv für lediglich eine Steuereinheit 6 oder 6' gelten.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform, die eine besonders präzise Erfassung von Steuerungs- bzw. Regelungsfehlern erlaubt, ist in den ersten Überwachungsabschnitt 25 der Steuereinheit 6 ein Simulationsalgorithmus integriert. Dieser Simulationsalgorithmus entspricht dem Steuerungsalgorithmus, welcher in der zentralen Recheneinheit 17 abgearbeitet wird. Unter dem Begriff "Steuerung" wird im Zusammenhang mit der vorliegenden Anmeldung jeder Steuerung bzw. Regelung verstanden.

Durch die Recheneinheit des ersten Überwachungsabschnitts 25 wird somit die Funktion der zentralen Recheneinheit 17 simuliert. Da in der zentralen Recheneinheit 17 des Zentral-Steuergeräts 13 sowie in der Recheneinheit des ersten Überwachungsabschnitts 25 die identischen Rechenoperationen durchgeführt werden, ist ein Vergleich des von dem Zentral-Steuergerät 13 ausgegebenen Steuerungssignals mit dem intern in dem ersten Überwachungsabschnitt 25 simulierten Steuerungssignal einfach möglich. Werden hier Abweichungen erkannt, so wird das Abschaltsignal durch die Steuereinheit 6 ausgegeben.

Die Erfindung ist nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt. Vielmehr sind auch einzelne Merkmale des bevorzugten Ausführungsbeispiels miteinander kombinierbar.

So kann insbesondere vorgesehen sein, dass sich zwei Steuereinheiten 6, 6' gegenseitig überwachen. Damit ist es auch ohne Zentral-Steuergerät 13 möglich, die Systemsicherheit beträchtlich zu erhöhen. Die Simulation der Funktion einer Steuereinheit 6, 6' erfolgt z. B. durch die jeweils übrigen Steuereinheiten. Um eine Überwachung der Funktion der Steuereinheiten 6, 6' durchführen zu können, werden die von den Steuereinheiten 6, 6' erzeugten Signale den anderen Steuereinheiten 6, 6' des Systems über die erste Schnittstelle übermittelt. Wie im ausführlich erläuterten Beispiel mit einem Zentral-Steuergerät 13 sind die Steuereinheiten 6, 6' hierzu über einen CAN-Bus 14 verbunden. Die Abschaltung einer Steuereinheit 6, 6' bei einer Fehlfunktion erfolgt dann wiederum über die jeweils vorhandene zweite Schnittstelle 26.

Auch bei der gegenseitigen Überwachung von Steuereinheiten 6, 6' der hydrostatischen Kolbenmaschinen können die Merkmale des im Hinblick auf die Ausführung mit einem Zentral-Steuergerät 13 beschriebenen Antriebssystems sowie des entsprechenden Verfahrens analog angewendet werden.

Ansprüche

1. Antriebssystem mit zumindest einer hydrostatischen Kolbenmaschine (2), an der eine die hydrostatische Kolbenmaschine (2, 2') steuernde Steuereinheit (6, 6') angeordnet ist, wobei die Steuereinheit (6, 6') mit einem das Antriebssystem (1) steuernden Zentral-Steuergerät (13) über eine erste Schnittstelle (14) verbunden ist, über die Steuersignale zur Steuerung des Antriebssystems (1) übertragbar sind,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Zentral-Steuergerät (13) zusätzlich über eine zweite Schnittselle (26) mit der Steuereinheit (6) verbunden ist und über die zweite Schnittselle (26) ein Abschaltsignal von der Steuereinheit (6, 6') zu dem Zentral-Steuergerät (13)und / oder von dem Zentral-Steuergerät (13) zu der Steuereinheit (6, 6') übertragbar ist.

2. Antriebssystem nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Steuereinheit (6, 6') einen ersten Überwachungsabschnitt (25, 25') aufweist und dass das Zentral-Steuergerät (13) einen zweiten Überwachungsabschnitt (17') aufweist.

3. Antriebssystem nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass durch den ersten Überwachungsabschnitt (25, 25') der Steuereinheit (6, 6') die von dem Zentral-Steuergerät (13) ausgegebenen Steuersignale überprüfbar sind.

4. Antriebssystem nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass der erste Überwachungsabschnitt (25, 25') der Steuereinheit (6, 6') eine Recheneinheit zur Simulation von Steuerungsfunktionen des Zentral-Steuergeräts (13) umfasst.

5. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 2 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass der erste Überwachungsabschnitt (25, 25') einen Speicher umfasst, in dem Erwartungswerte abgespeichert sind und durch die erste Überwachungseinheit (25, 25') von dem Zentral-Steuergerät (13) ausgegebene Steuersignale mit den Erwartungswerten vergleichbar sind.

6. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass durch das Abschaltsignal eine Leistungselektronik (28) des Zentral-Steuergeräts (13) abschaltbar ist.

7. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass über die erste Schnittstelle ein weiteres Abschaltsignal durch das Zentral-Steuergerät (13) an die Steuereinheit (6, 6') übertragbar ist, wobei durch das weitere Abschaltsignal eine Ausgabe von Kolbenmaschinensteuersignalen durch die Steuereinheit (6, 6') abschaltbar ist.

8. Antriebssystems nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,

dass die Steuereinheit (6, 6') eine Leistungselektronik (23) zur Ansteuerung der hydrostatischen Kolbenmaschine (2, 2') aufweist und die Leistungselektronik (2, 2') durch das über die zweite Schnittstelle (26, 26') übertragene Abschaltsignal abschaltbar ist.

9. Antriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet,** dass ein Bussystem (14) zur Ausbildung der ersten Schnittstelle vorgesehen ist.

10. Verfahren zur Überwachung eines Antriebssystems (1) mit einem Zentral-Steuergerät (13) und zumindest einer damit verbundenen Steuereinheit (6, 6'), das eine hydrostatische Kolbenmaschine (2, 2') steuert, mit folgenden Verfahrensschritten:
- Einlesen von dem Zentral-Steuergerät (13) ausgegebener Steuersignale durch die Steuereinheit (6, 6')
- Überprüfen der Steuersignale durch die Steuereinheit (6, 6');
- Ausgeben eines Abschaltsignals durch die Steuereinheit (6, 6') an das Zentral-Steuergerät (13) bei Vorliegen eines nicht plausiblen Steuersignals über eine zweite Schnittstelle (26).

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet,** dass durch die Steuereinheit (6, 6') eine Steuerungsfunktion des Zentral-Steuergeräts (13) simuliert wird und das Simulationsergebnis mit dem

eingelesenen Steuersignal verglichen wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass durch die eingelesenen Steuersignale durch die Steuereinheit (6, 6') mit in der Steuereinheit (6, 6') gespeicherten Erwartungswerte verglichen werden.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Abschaltsignal eine Leistungselektronik (28) des Zentral-Steuergeräts (13) abgeschaltet wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass in dem Zentral-Steuergerät (13) eine interne Fehlerüberwachung durchgeführt wird und bei Erkennen eines Fehlers ein weiteres Abschaltsignal zur Abschaltung einer Leistungselektronik (23) der Steuereinheit (6, 6') durch das Zentral-Steuergerät (13) ausgegeben wird.

15. Antriebssystem mit zumindest zwei hydrostatischen Kolbenmaschinen (2, 2'), an denen jeweils eine die Kolbenmaschine (2,2') ansteuernde Steuereinheit (6, 6') angeordnet ist, wobei die Steuereinheiten (6, 6') über eine erste Schnittstelle (14) miteinander verbunden sind und wobei die Steuereinheiten (6, 6') zusätzlich über eine zweite Schnittstelle (26) miteinander verbunden sind, über die von einer der Steuereinheiten (6, 6') zu zumindest einer der jeweils anderen Steuereinheiten

(6, 6') ein Abschaltsignal übertragbar ist.

16. Verfahren zur Überwachung eines Antriebssystems (1) mit zumindest zwei jeweils eine hydrostatische Kolbenmaschine (2, 2') steuernde und mit diesen verbundenen Steuereinheiten (6, 6'), mit folgenden Verfahrensschritten:
- Einlesen von durch die Steuereinheiten (6, 6') ausgegebenen Steuersignale durch zumindest eine der jeweils zumindest einen anderen Steuereinheit (6, 6')
- Überprüfen der Steuersignale durch die zumindest eine andere Steuereinheit (6, 6');
- Ausgeben eines Abschaltsignals durch die zumindest eine andere Steuereinheit (6, 6') an eine oder mehrere der übrigen Steuereinheiten (6, 6') bei Vorliegen eines nicht plausiblen Steuersignals über eine zweite Schnittstelle (26).

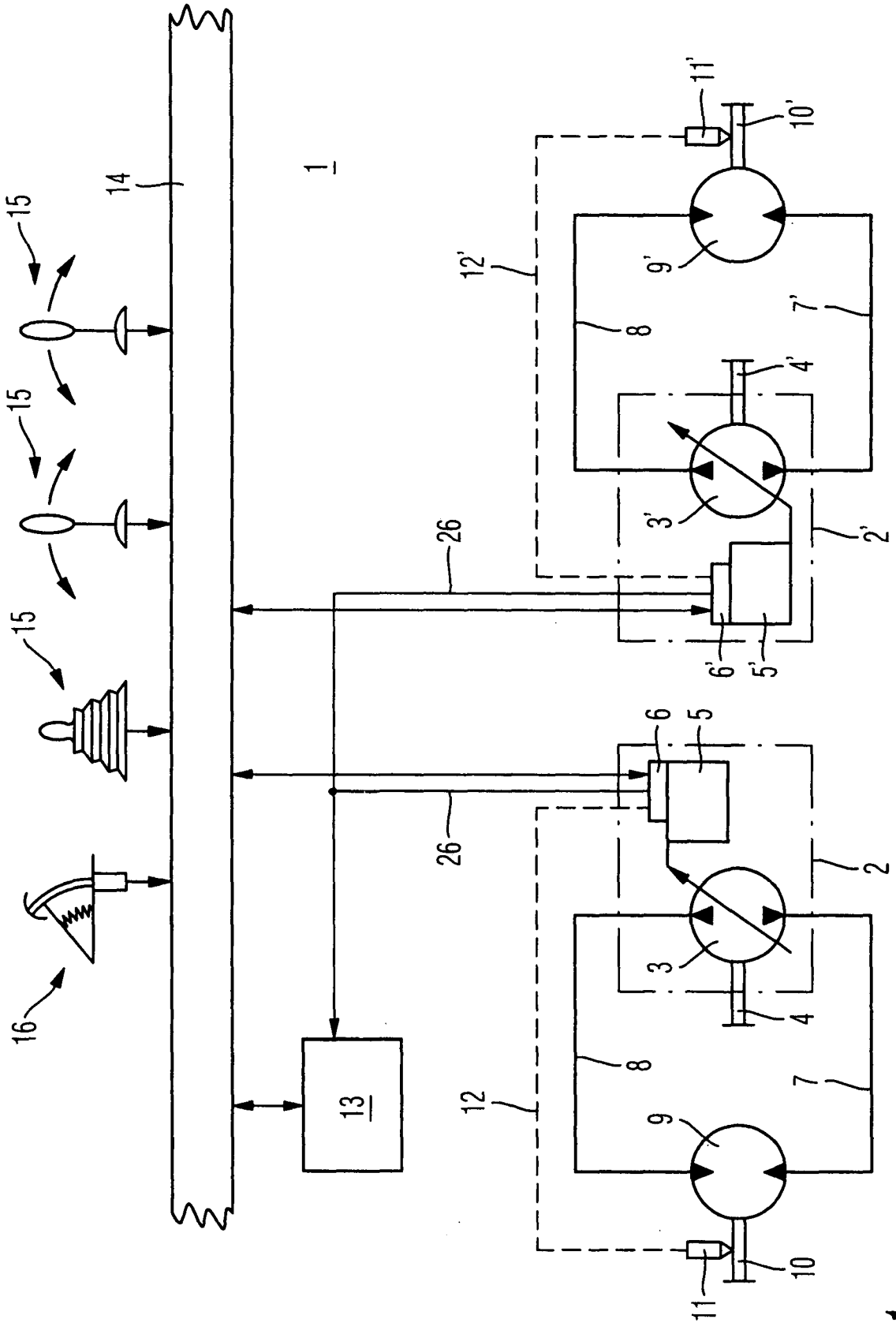


Fig. 1

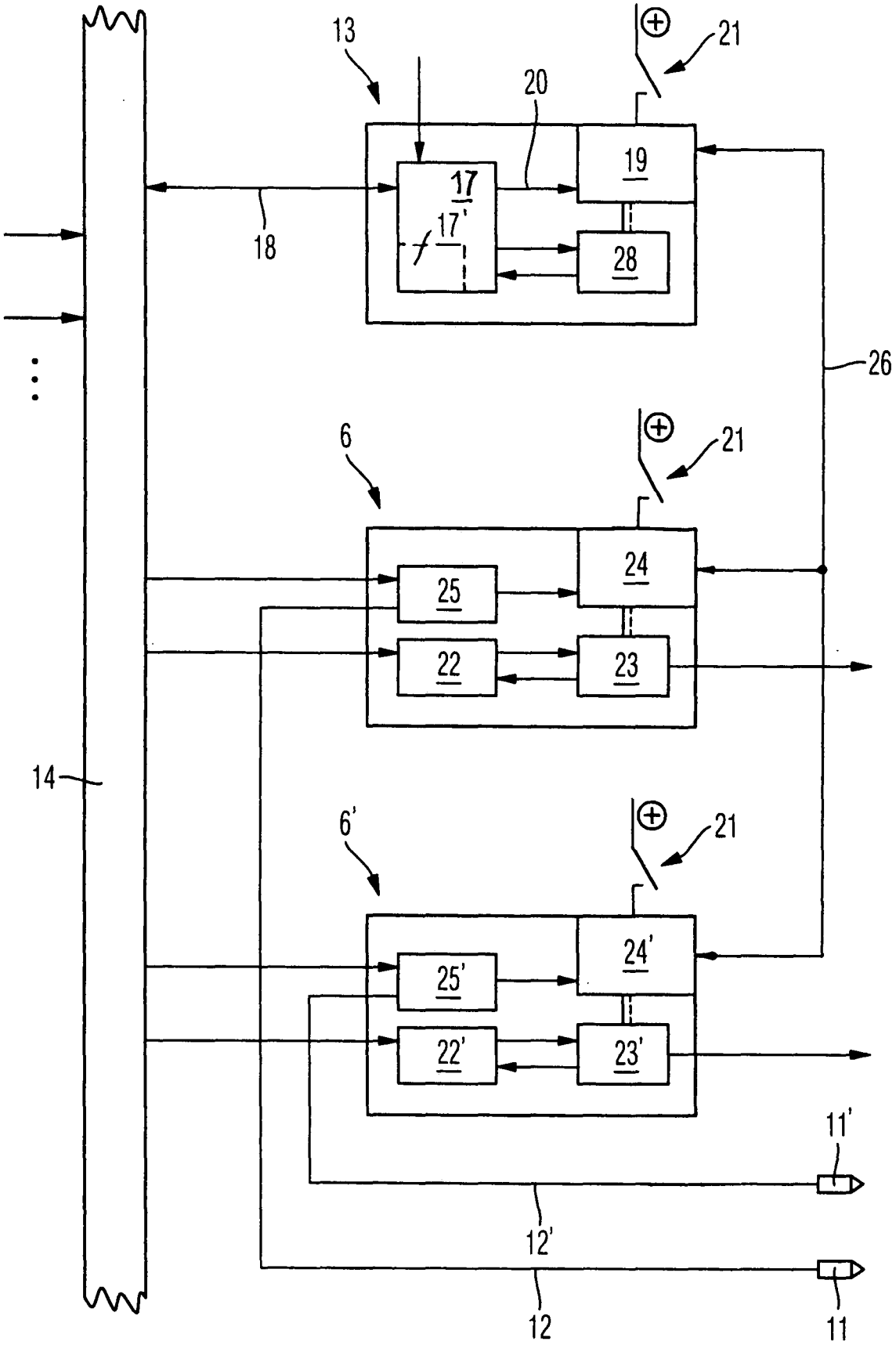

13
21
20
19
17
17'
18
28
26
6
21
24
25
22
23
14
6'
21
24'
25'
22'
23'
11'
12'
12
11

Fig. 2